ユーザーマニュアル

FLIR R&Dソフトウェア1.2

FLIR QuickPlot | FLIR ResearchIR

Publ. No.	T559160
Revision	a449
Language	Japanese (JA)
Issue date	April 21, 2010

FLIR R&Dソフトウェア 1.2

ユーザーマニュアル

Publ. No. T559160 Rev. a449 – JAPANESE (JA) – April 21, 2010

免責条項

FLIR Systemsが製造するすべての製品は、FLIR Systemsの指示に準拠して保存、使用、保守が通常通り行われていた場合、最初の購入による配達日から 1 年間、素材および製造時の不良に対し保証されます。

FLIR Systemsが製造したものではないが FLIR Systemsが最初の購入者に納品したシステムに組み込まれている製品は、特定のサプライヤーの保証がある場合は、その保証のみが付けられています。FLIR Systemsはそのような製品に対し、いかなる責任も負いません。

この保証は最初の購入者のみを対象とし、譲渡できません。また、誤用、不履行、偶発事故、または異常な操作が行われた製品には適用されません。消耗品はこの保証から除外されます。

この保証の対象となる製品で不良が発生した場合、更なる損害を防ぐため、その製品を続けて使用してはいけません。購入者はすぐに不良を FLIR Systems に報告するものとします。これを怠ると保証は適用されません。

FLIR Systems は、調査によりかかる不良が素材によりまたは製造時に発生したことが証明され、上記1年の期間内に FLIR Systems に返品された場合、その自由裁量により、かかる不良製品を無償で修理または交換するものとします。

FLIR Systems は上記に規定した以外の不良に対する責務または法的責任を負いません。

その他の一切の保証は表明または暗示されていません。FLIR Systems は商品性の黙示保証および特定の目的への適合性への免責をここに明示します。

FLIR Systems は、契約や不法行為など他の法理論に基づいていようと、直接的、間接的、特別な、偶発的、または必然の損失または損害に対する責任を負わないものとします。

この保証には、スウェーデンの法律が適用されます。

この保証が原因で、あるいはこの保証に関連して生じた紛争、論争、申し立ては、最終的にはストックホルム商工会議所の仲裁協会の規則に従って解決するものとします。仲裁場所はストックホルムとします。仲裁手続で使用する言語は英語とします。

著作権

品質保証

これらの製品が開発および製造される品質管理システムは ISO 9001 規格に準拠していることが証明されています。

FLIR Systems は開発続行ポリシーを公約しています。そのため、事前に通知することなく本書に記載された各製品を変更および改良する権利を保持しています。

目次

1 ユーザーへの通知

ユーザー フォーラム

弊社のユーザー フォーラムでは、赤外線分析を行う世界中のユーザーと意見を交換したり、問題や赤外線ソリューションを共有したりすることができます。フォーラムに参加するには、次のサイトを参照してください。

http://www.infraredtraining.com/community/boards/

トレーニング

赤外線測定のトレーニング情報については、次のサイトを参照してください。

http://www.infraredtraining.com

追加使用許諾情報

このライセンスにより、ユーザーは互換性のある任意のコンピュータにこのソフトウェアをインストールして使用できます。ただし、ソフトウェアを同時に使用するのは最大二（2）台のコンピュータ（たとえば、オンサイトデータ取得用のラップトップコンピュータ1台とオフィスでの解析用のデスクトップコンピュータ1台など）とします。

ソフトウェアのバックアップコピーもアーカイブ目的で一（1）部取ることができます。

2 ユーザー ヘルプ

一般

カスタマー サポートをお求めの場合は、次のサイトを参照してください。

http://flir.custhelp.com

質問を送信する

ユーザー ヘルプ チームに質問を送信するには、ユーザー登録が必要になります。オンライン登録は数分で完了します。ナレッジベースで既存の質問と回答などを検索するだけであれば、ユーザー登録は不要です。

質問を送信するときは、次の情報を入手していることを確認してください。

- カメラのモデル名
- カメラの製造番号
- カメラと PC 間の通信プロトコルまたは方法 (例えば、HDMI、Ethernet、USB™、または FireWire™)
- ご使用の PC のオペレーティング システム
- Microsoft® Office バージョン
- マニュアルの正式名称、出版番号および改訂番号

ダウンロード

ユーザー ヘルプ サイトでは、以下のものもダウンロードできます。

- 赤外線カメラ用のファームウェア更新
- PC ソフトウェア用のプログラム更新
- ユーザー資料
- 適用事例
- 技術資料

3 文書の更新

一般

取扱説明書は年に数回更新されます。また、製品にとって重要な変更通知も定期的に発行されます。

最新の取扱説明書と通知にアクセスするには、以下のDownloadタブにアクセスしてください。

http://flir.custhelp.com

オンライン登録にはほんの数分しかかかりません。ダウンロードエリアでは、他の製品の取扱説明書の最新版や旧バージョンでサポートが終了した製品の取扱説明書も提供されています。

4 このマニュアルについての重要なお知らせ

一般

FLIR Systemsは、ソフトウェアスイート内のいくつかのソフトウェアバージョンをカバーした汎用取扱説明書を発行しています。

したがって、取扱説明書の記載や説明が、お使いのソフトウェアバージョンには当てはまらない場合もありますので、ご注意ください。

注

FLIR Systemsは、事前の通知なく、どの時点においてもモデル、ソフトウェア、部品や付属品、およびその他のアイテムを製造中止にしたり、仕様を変更したりする権限を有します。

5 サポートされている機能

5.1 一般

この表は、FLIR QuickPlotとFLIR ResearchIRで利用できる機能の一覧です。

5.2 フィーチャーマトリックス

注： 通知なしに変更される場合があります。

カメラサポート	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
A320	2 Hz	7～8 Hz
A320	9 Hz	60 Hz
A320	9 Hz	60 Hz
A325	9 Hz	最大60 Hz
i60	1 Hz	1 Hz
S65	9 Hz	60 Hz
SC640	9 Hz	最大30 Hz
SC660(windowing機能)	–	最大120 Hz
T250	2 Hz	3～5 Hz
T400	2 Hz	3～5 Hz

データシステムサポート	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
デスクトップ	+	+
ラップトップ	+	+

オペレーティングシステムサポート	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
Windows® 7、32ビット	+	+
Windows® 7、64ビット	+	+
Windows® Vista、32ビット	+	+
Windows® Vista、64ビット	+	+
Windows® XP、32ビット	+	+

製品のフォーカス	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
オートメーション	+	+

製品のフォーカス	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
サーモグラフィ	+	+
企業の研究開発	+	+

一般	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
ツールボックス	+	+
プラグインサポート	+	+
カメラ制御:	+	+
□ カメラの接続と制御	+	+
□ カメラの自動接続	+	+
□ カメラの自動再接続	+	+
□ カメラ情報	+	+
作業エリア	+	+
□ デフォルト作業エリア	+	+
ローカル時間と温度単位	+	+
複数言語:	+	+
□ 英語	+	+
□ 日本語	+	+

ファイルエクスプローラ	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
クイック選択	+	+
動画のプレビュー	+	+

ユーザーインタフェースとライブ表示	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
ズーム	+	+
パン	+	+
カラーバー	+	+
全画面表示	+	+
二画面表示	+	+
サムネイルビューア	+	+
ライブ画像、保存画像、プロットを表示する複数のビューポート	+	+

ユーザーインタフェースとライブ表示	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
パレット	+	+
反転パレット	+	+
解析ツールの非表示/表示	+	+
画像フリップH/V	+	+
画像処理:	+	+
□ レベル&スパン:	+	+
□ □ 手動	+	+
□ □ 画像から	+	+
□ スケールモード	+	+
□ □ リニア	+	+
□ □ ヒストグラム	+	+
デフォルト作業エリア	+	+
NUCオン/オフ	+	+
NUCの実行:	+	+
□ ワンポイント	+	+

解析と結果	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
フライングスポットメーター	+	+
オブジェクトパラメータ（全体とROI単位）	+	+
ROI:	+	+
□ ROIの最大数	4	無制限
□ スポット	+	+
□ ボックス	+	+
□ 楕円	+	+
□ 直線	–	+
□ カーソル	–	+
□ ポリゴン	–	+
□ アイソサーム（上、下、区間）	+	+
プロパティの編集	+	+

解析と結果	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
結果表:	+	+
□ 平均	+	+
□ 最大	+	+
□ 最小	+	+
□ 差分	+	+
単位:	+	+
□ 概算数	–	+
□ オブジェクト信号	–	+
□ 気温	+	+
□ □ 摂氏	+	+
□ □ 華氏	+	+
□ □ ケルビン	+	+
グラフ:	+	+
□ プロット:	+	+
□ □ 時間と温度/反射強度結果	+	+
□ □ ライブプロット	+	+
□ □ 再生時のカーソル	+	+
□ プロファイル:	+	+
□ □ 画像内にマーカーがある場合のカーソル	+	+

記録と再生	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
熱画像	+	+
記録速度制限	+	+
調整可能な記録速度	+	+
ディスプレイあり	+	+
スナップショット	+	+
ディスクへの記録:	+	+
□ 1秒当たりのフレーム数	+	+
□ 区間 (S:M:H)	+	+

記録と再生	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
トリガー:	+	+
□ 開始:	+	+
□ □ 手動	+	+
□ □ 定時	–	+
□ □ 条件付き（解析結果の上、下、区間）:	–	+
□ □ A325デジタルイン	–	+
□ 終了:	+	+
□ □ 手動	+	+
□ □ 定時	–	+
□ □ デルタ時間 (S:M:H)	–	+
□ □ 条件付き（解析結果の上、下、区間）	–	+
□ □ A325デジタルイン	–	+
記録前処理/記録後処理:	–	+
□ デルタ時間（S:M:H）	–	+
再生:	+	+
□ 可変速度	+	+
ファイルサポート:	+	+
□ レディオメトリックJPEG	+	+
□ *.seqファイル	+	+
□ カメラからの静止画像	+	+

エクスポート	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
グラフ:	+	+
□ 画像:	+	+
□ □ ファイルへ:	+	+
□ □ □ 単一画像	–	+
□ □ □ 動画 (*.csv; で区切り)	–	+
□ □ □ *.bmp	+	+
□ □ □ *.jpg	+	+

エクスポート	FLIR QuickPlot	FLIR ResearchIR
□ □ クリップボードへ:	+	+
□ □ □ 写真	+	+
□ □ □ データ (*.csv; で区切り)	–	+
□ プロット:	+	+
□ □ ファイルへ:	+	+
□ □ □ *.csv;で区切り	+	+
□ □ □ *.bmp	+	+
□ □ □ *.jpg	+	+
□ □ クリップボードへ:	+	+
□ □ □ 写真	+	+
□ □ □ データ (*.csv; で区切り)	+	+
□ プロファイル:	+	+
□ □ ファイルへ:	+	+
□ □ □ *.csv;で区切り	+	+
□ □ □ *.bmp	+	+
□ □ □ *.jpg	+	+
□ □ クリップボードへ:	+	+
□ □ □ 写真	+	+
□ □ □ データ (*.csv; で区切り)	+	+

6 設置

6.1 システム要件

必要なオペレーティングシステム

次のいずれかです。

- Microsoft® Windows® XP Pro、Service Pack 3 (SP3)、32ビット
- Microsoft® Windows® Vista、Service Pack 1 (SP1)、32ビット
- Microsoft® Windows® Vista、Service Pack 1 (SP1)、64ビット
- Microsoft® Windows® 7、32ビット
- Microsoft® Windows® 7、64ビット

カメラの推奨モデル

- FLIR A320
- FLIR A325
- FLIR i60
- FLIR T250
- FLIR T400
- FLIR SC620
- FLIR SC640
- FLIR SC660
- ThermaCAM™ SC65
- ThermoVision™ A20
- ThermoVision™ A20

通知なしに変更される場合があります。

サポートソフトウェアのリリース

サポートカメラソフトウェアは、2009年3月以降リリースされます(FLIR i60、FLIR T250、およびFLIR T400にのみ関係)。詳細情報が必要な場合は、以下のURLにアクセスしてください。

http://flir.custhelp.com/app/home.

必要なハードウェア

- Intel® 2GHz MHz Pentiumプロセッサ（デュアルコア）、またはAMD Opteron、AMD Athlon 64、AMD Athlon XPプロセッサ（デュアルコア）搭載のパーソナルコンピュータ
- 1 GB 以上の RAM
- 20 GB のハードディスク空き容量
- CD-ROMドライブ
- DirectX 9 グラフィックのサポートには以下が必要です。
  - WDDMドライバ
  - 128 MB 以上のグラフィック メモリ
  - Pixel Shader 2.0 (ハードウエア上)
  - 32 BPS
- Super VGA (1024 × 768)モニター(最低条件。1400×以上を推奨)
- インターネット接続 (課金される場合があります)
- オーディオ出力
- キーボードおよび Microsoft® マウス、または互換性のあるポインティングデバイス

6.2 FLIR R&D software のインストール

注

- プログラムをインストールするには、管理者または管理者権限のあるユーザーであることが必要です。
- フルインストールは、第三者ベンダー製のものを一部含むいくつかのサブインストールで構成されます。これらのサブインストールはフルインストールに必要なため、中止しないでください。
- フルインストールは完了するまでに、最高で30分くらいかかる場合があります。
- インストール中のある時点で、Windows®ロゴテストにソフトウェアが合格していないというMicrosoft®の警告が繰り返し表示されます。警告が表示される度に、[続行]を選択します。この操作を実行しても問題はありません。
- インストール中にコンピュータの再起動を求められた場合は、CD-ROMを接続したまま再起動してください。再起動後、インストールが再開されます。

手順

FLIR R&D software をインストールするには、この手順に従ってください。

1	すべてのアプリケーションを閉じます。
2	FLIR R&D softwareソフトウエアCD-ROMをコンピュータのCD-ROMドライブに差し込みます。インストールが自動的に始まります。 インストールが自動的に開始されない場合は、Windows® エクスプローラを起動し、CD-ROM の SETUP.EXE をダブルクリックします。
3	画面の指示に従います。

7 ライセンスの管理

7.1 製品の登録

一般

製品を登録することは重要です。登録することで、次のことが可能になります。

- プログラムの無償更新
- http://flir.custhelp.com での無償の無制限技術サポート
- 新規リリースに関するタイムリーな情報

図

T638251;a1

手順

製品を登録するには、必須フィールドに記入して **[登録]** をクリックします。

7.2 ライセンスの有効化

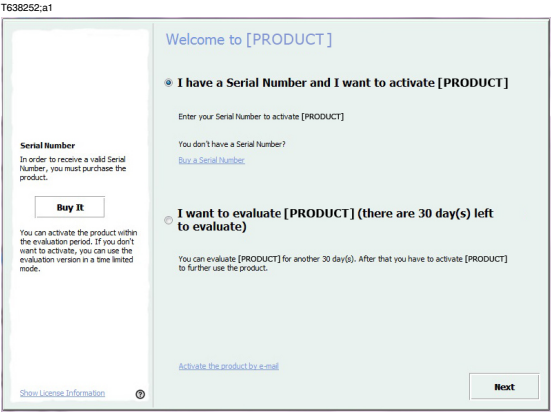
一般

FLIR R&D software を初めて起動すると、次のいずれかのオプションを選択できます。

- シリアル番号を入力して FLIR R&D software を有効化する。
- FLIR R&D software を購入し、有効化用のシリアル番号を受け取る。
- 評価期間中、FLIR R&D software を使用する。

図

T638252;a1

手順

FLIR R&D software を有効化するには、次の手順に従ってください。

1	FLIR R&D software を起動します。
2	ウェブの有効化ダイアログボックスで、[**シリアル番号があり、FLIR R&D software を有効化にする）**] を選択します。
3	[**次へ**] をクリックします。
4	シリアル番号、会社、メールアドレスを入力します。
5	[**次へ**] をクリックします。
6	ウェブの有効化ダイアログボックスで [**Activate now（今すぐ有効にする）**] をクリックします。ウェブの有効化プロセスが起動します。
7	「**Online activation was successful（オンラインでの有効化が完了しました）**」というメッセージが表示されたら、[**閉じる**] をクリックします。 FLIR R&D software を正常に有効化しました。

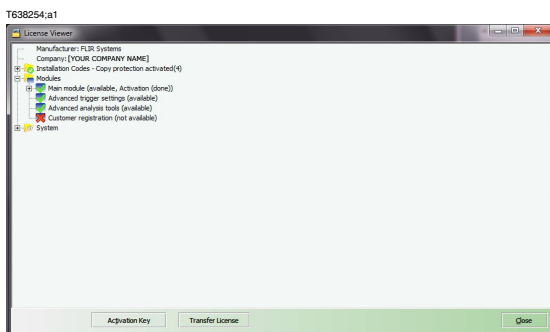
7.3 ライセンスの転送

一般

1 台のコンピュータ上で一度に使用できる購入ライセンス数を上回らない限り、コンピュータ間でライセンスを転送できます。

これを利用して、デスクトップ コンピュータとラップトップ コンピュータにソフトウェアをインストールすることなどができます。

図

T638254;a1

手順

ライセンスを転送するには、次の手順に従います。

1	FLIR R&D software を起動します。
2	[**ヘルプ**] メニューで、[**Show license information（ライセンス情報を表示する）**] を選択します。これにより、上のようなライセンスビューアが表示されます。
3	ライセンスビューアで、[**Transfer license（ライセンスを転送する）**] をクリックします。これにより、無効化ダイアログボックスが表示されます。
4	無効化ダイアログボックスで、[**Deactivate（無効化）**] をクリックします。
5	ライセンス転送先のコンピュータで FLIR R&D software を起動します。 コンピュータがインターネットにアクセスすると、ライセンスは自動的に適用されます。

注

ライセンスの適用は“先着順”となります。つまり、インターネットにアクセスした*最初の*コンピュータに、転送されたライセンスが自動的に適用されます。

7.4 製品のアップデート

一般

FLIR では定期的にソフトウェアのアップデートを発行しており、このアップデート サービスを使用してプログラムを更新できます。

手順

アップデートを確認するには、次の手順に従います。

1	[**スタート**] メニューで [**プログラム**] > [**FLIR Systems**] > [**FLIR R&D software**] > [**アップデートの検索**] の順に選択します。
2	画面の指示に従います。

注

FLIR Systemsが提供するプログラムの中にも、アプリケーション内からの更新をサポートするものがあります。

8 はじめに

8.1 カメラを接続する

一般

カメラは、以下のいずれかの方法でコンピュータやネットワークに接続できます。

- イーサネット
- IEEE 1394
- USB

インストール指示に従っている場合、カメラの接続はプラグアンドプレイ手順になり、プログラム画面の左下のボタンをクリックすると、カメラが表示されます。

カメラの推奨モデル

- FLIR A320
- FLIR A325
- FLIR i60
- FLIR T250
- FLIR T400
- FLIR SC620
- FLIR SC640
- FLIR SC660
- ThermaCAM™ S65
- ThermoVision™ A20
- ThermoVision™ A20

通知なしに変更される場合があります。

注

ファイアウォールがカメラへのアクセスをブロックする場合もあります。この場合は、アクセスを許可してください。この操作を実行しても問題はありません。

8.2 画像や動画ファイルをリアルタイムに取得する

一般

この章では、ファイルエクスプローラペインを使用して画像やファイルを選択する方法を説明します。この方法では、一度に1つのフォルダの画像や動画ファイルだけを処理できます。

手順

この手順に従ってください。

1	プログラムを起動します。
2	カメラを選択するには、左下のボタンをクリックし、使用するカメラを選択します。画像が自動的に画像ウィンドウに表示されます。

注

- 次回プログラムを起動すると、最後に接続したカメラがライブソースコントロールに表示されます。このカメラを接続するには、**[接続]**をクリックするか、右クリックメニューを使用します。
- 画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

8.3 画像や動画ファイルを調整する

一般

画像や動画ファイルは、3つの異なる調整方法で調整できます。使用アプリケーションプログラムに最適なものはどれかを確認するために、各方法を試してみる必要があるでしょう。

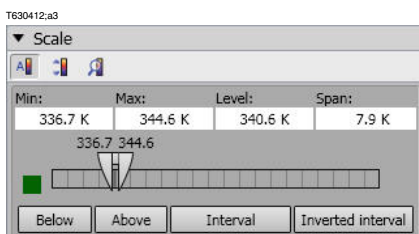
調整方法

以下の調整方法から選択できます。

1 **[自動]**:画像や動画ファイルは、最高の画像ブライトネスとコントラストに自動的に調整されます。
2 **[最高/最低]**:スライダを使用するか、テキストボックスに値を入力して、温度の上限値と下限値を明示的に設定します。
3 **[レベル&スパン]**: スライダを使用するか、テキストボックスに値を入力して、温度レベルを明示的に設定します。スパンも同じ方法で設定します。

2番目と3番目の方法は画像や動画ファイルの処理についてはまったく同じですが、値を異なる方法で入力できます。

図

T630412;a3

手順

この手順に従ってください。

1	**[スケール]**ペインに移動します。
2	以下のいずれかを実行してください : ■ をクリックして画像を自動調整します。 ■ **[最高/最低]**または**[レベル/スパン]**用の値を入力します。

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

8.4 動画ファイルや画像スナップショットを保存する

動画ファイルの保存について

記録前に、動画ファイルの保存場所を指定する必要があります。この操作は、**[保存]**タブで実行します。

パスを指定した場合、記録した動画ファイルは指定したパスの場所に保存されます。

画像スナップショットの保存について

動画ファイルの記録中は、いつでも画像スナップショットを*.jpgファイルとして保存できます。この操作は、記録ツールバーのボタンをクリックして実行します。この操作により、画像スナップショットが指定場所に保存されます。

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

8.5 画像や動画ファイルを特定する

手順

この手順に従ってください。

1	**[ファイル]**タブをクリックします。
2	画像や動画ファイルを特定するには、Windowsのファイルエクスプローラと同じようにファイルエクスプローラを使用します。フォルダを展開することや、外部ドライブを選択することなどができます。
3	（オプション） 後で解析するために画像や動画ファイルをクイック選択に追加する場合は、右クリックメニューやドラッグアンドドロップ操作でファイルをクイック選択ペインに移動します。

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

8.6 画像や動画ファイルを表示する

一般

この手順では、前の手順の手順3を実行していることが前提となります。

手順

この手順に従ってください。

クイック選択ペインで、ダブルクリック、右クリックメニュー、またはドラッグアンドドロップ操作を使用して画像または動画ファイルを画像ウィンドウに移動します。

これでファイルを画像ウィンドウで表示または再生できるようになります。

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

9 画面成分の概要

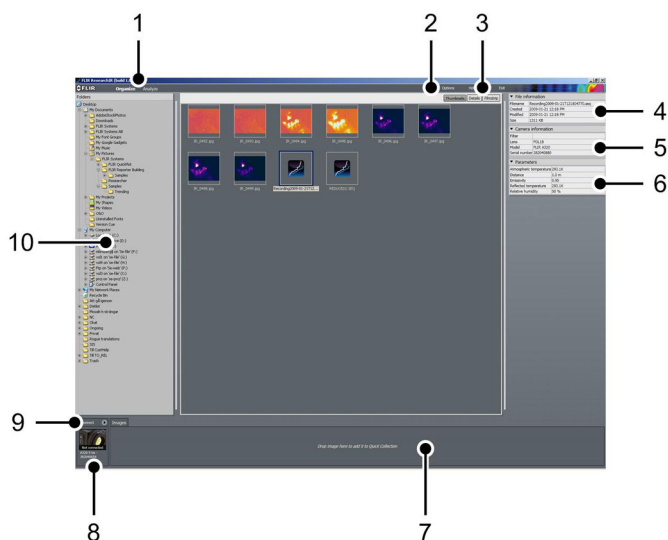
一般

- 多くの機能とツールには、基本的なヘルプ情報を表示するツールチップが用意されています。ツールチップを表示するには、対象となる機能またはツールの上にカーソルを置きます。
- オンラインヘルプを表示するには、F1キーを押します。

9.1 [ファイル]タブ

図

T630400;a1

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	メインタブバー: ■ **ファイル** ■ **解析**
2	メインメニューバー: ■ **オプション** ■ **ヘルプ** ■ **終了**
3	ファイル表示を変更するボタン: ■ **サムネイル** ■ **オプション** ■ **動画プレビュー**
4	ファイル情報ペイン。 ファイル名、作成日時、修正日時などの選択ファイルの情報です。
5	カメラ情報ペイン。 カメラのモデル、レンズ、シリアル番号などの選択ファイルを撮影したカメラの情報です。

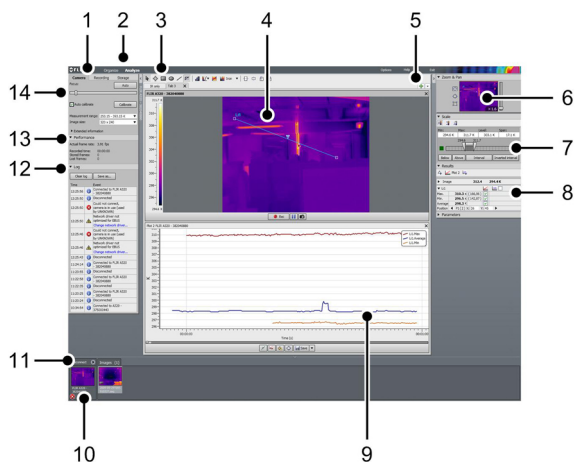
6	パラメータペイン。 選択ファイルのオブジェクトパラメータとオブジェクトパラメータの現在の値です。
7	クイック選択ペイン（**[解析]**タブでも表示） クイック選択ペインは、オリジナルファイルへのショートカットの集合です。クイック選択には、コンピュータやネットワーク上のさまざまな場所にあるファイルを含めることができます。
8	ライブソース制御（**[解析]**タブでも表示） ライブソース制御は、現在接続されているカメラの画像のサムネイルをカメラ名とともに表示します。
9	**[接続]**/**[切断]**ボタン（**[解析]**タブでも表示）。 **[接続]**/**[切断]**ボタンは、カメラをアプリケーションプログラムに接続またはアプリケーションプログラムから切断するために使用します。 ネットワーク上のすべてのカメラを表示するには、左下のボタンをクリックします。
10	エクスプローラペイン。 エクスプローラペインは、Windows® Explorerと同じように機能します。フォルダを展開することや、外部ドライブを選択することなどができます。

9.2 [解析]タブ

9.2.1 [解析]タブ > [カメラ]タブ

図

T630401;a2

説明

この表は、上の図についての説明です。

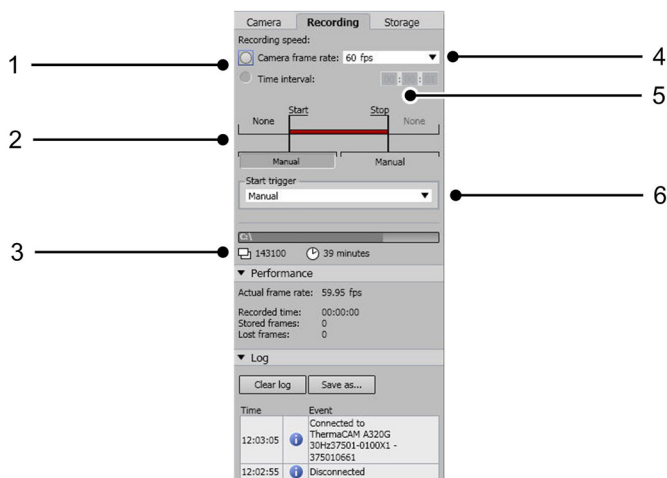
1	**[解析]**サブタブ: ■ **カメラ** ■ **録画条件** ■ **保存**
2	メインタブバー: ■ **ファイル** ■ **解析**
3	測定ツールバー。 このツールバーは、スポット、ライン、エリア、アイソサームなどの画像に測定ツールを追加するために使用します。
4	画像ウィンドウ。 画像ウィンドウには、現在接続されているカメラの画像またはコンピュータやネットワーク上の画像ファイルが表示されます。
5	画像ウィンドウのタブをさらに追加する場合やさまざまなタブを選択する場合に使用するボタン。

6	**[ズーム&パン]**ペイン。 **[ズーム&パン]**ペインは、ズーム係数を変更する場合や、画像をパンする場合に使用します。
7	**[スケール]**ペイン。 **[スケール]**ペインは、画像で各種調整を行うために使用します。いくつかの異なる調整方法のいずれかを選択し、カラーを割り当てて、設定温度レベルより上または下にある画像の一部や、設定温度区間内部にある画像の一部を表示できます。
8	**[結果]**ペイン。 結果ペインは、画像内に配置した任意の測定ツールの結果を表示します。また、各測定ツールの位置を表示し、プロットウィンドウで温度をプロットする方法をコントロールします。
9	プロットウィンドウ。 プロットウィンドウは、記録されている動画ファイルの長期間の温度変化の様子を表示します。このエリアでは、バックグラウンドカラーやフォアグラウンドカラーなどの各種オプションを設定できます。
10	ライブソース制御(**[ファイル]**タブでも表示) ライブソース制御は、現在接続されているカメラの画像のサムネイルをカメラ名とともに表示します。
11	**[接続]**/**[切断]**ボタン(**[解析]**タブでも表示)。 **[接続]**/**[切断]**ボタンは、カメラをアプリケーションプログラムに接続またはアプリケーションプログラムから切断するために使用します。 ネットワーク上のすべてのカメラを表示するには、左下のボタンをクリックします。
12	**[ログ]**エリア。 ログエリアは、カメラの接続中に発生するすべてのイベントを表示します。ログをクリアすることや、HTMLまたはXMLファイルとしてログデータをエクスポートすることが可能です。
13	**[パフォーマンス]**エリア。 **[パフォーマンス]**エリアは、現在接続されているカメラのパフォーマンスを表示します。ここでは、フレームレート、記録時間、保存画像フレーム数、消失画像フレーム数などを再確認できます。
14	このエリアは、フォーカス、較正、測定範囲、画像サイズなどのパラメータを表示します。

9.2.2 [解析]タブ > [録画条件]タブ

図

T630403;a2

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	記録速度を設定するコントロール。 ■ カメラのフレームレートに従う。 ■ 保存する画像フレーム間の時間間隔に従う。
2	開始/停止トリガーを設定するコントロール（次の章を参照）。
3	■ 水平バーは、画像フレームの保存に使用できるハードディスクドライブ上の相対的な使用可能容量を示します。 ■ 設定が変更されていない場合、左のアイコンは同じ情報を画像フレーム数として示します。 ■ 設定が変更されていない場合、右のアイコンは同じ情報を分単位で示します。
4	カメラのフレームレートを選択するドロップダウンボックス。
5	時間間隔選択ボックス。
6	開始/停止トリガーを選択するドロップダウンボックス（次の章を参照）。

Publ. No. T559160 Rev. a449 – JAPANESE (JA) – April 21, 2010

9.2.3 [解析]タブ > [録画条件]タブ（開始/停止の詳細表示）

図

T630402;a2

説明

この表は、上の図についての説明です。

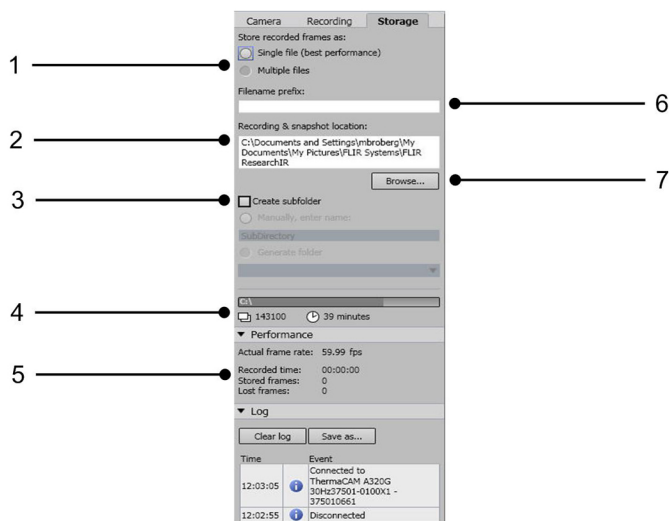
1	[処理前記録]ボタン（ここでは、**[なし]**の場合を表示）。 処理前記録は、記録の実行をトリガーする実際のイベントの前に保存することが定義されている画像フレームの数です。処理前記録の画像フレームは、ループ画像バッファから取り出されます。 記録したイベントの解析を成功させるには、多くの状況において処理前記録が必要です。処理前記録は、記録開始をトリガーするイベントの全履歴も提供します。 処理前記録は、時間間隔として設定します。
2	開始トリガーパラメータのボタン（ここでは、**[手動]**の場合を表示）。 以下のようないくつかの異なる開始トリガー設定方法から選択できます。 ■ **[手動]**:記録を手動で開始します。 ■ **[日時]**:記録開始日時を設定します。 ■ **[条件付き]**:画像内の最高温度が定義されている温度を下回った場合に記録を開始するなど、記録を開始する条件を設定します（事前に画像内に測定ツールを配置していることが前提となります）。 ■ **[外部トリガー]**:FLIR A325へのデジタル入力に記録を開始させます。

3	赤い線は、実際の記録フェーズを示します（記号使用のみ）。
4	[処理後記録]ボタン（ここでは、**[なし]**の場合を表示）。 処理後記録は、イベントによってトリガーされた記録の後に保存することが定義されている画像フレームの数です。処理後記録の画像フレームは、ループ画像バッファから取り出されます。 記録したイベントの解析を成功させるには、多くの状況において処理後記録が必要です。 処理後記録は、記録停止をトリガーするイベントの全履歴も提供します。 処理前記録は、時間間隔として設定します。
5	停止トリガーパラメータのボタン（ここでは、**[手動]**の場合を表示）。 以下のようないくつかの異なる停止トリガー設定方法から選択できます。 ■ **[手動]**:記録を手動で停止します。 ■ **[日時]**:記録停止日時を設定します。 ■ **[期間]**:その後で記録を停止する時間間隔を設定します。 ■ **[条件付き]**:画像内の最高温度が定義されている温度を下回った場合に記録を停止するなど、記録を停止する条件を設定します（事前に画像内に測定ツールを配置していることが前提となります）。
6	トリガータイプを選択するリストボックス。

9.2.4 [解析]タブ > [保存]タブ

図

T630404;a2

説明

この表は、上の図についての説明です。

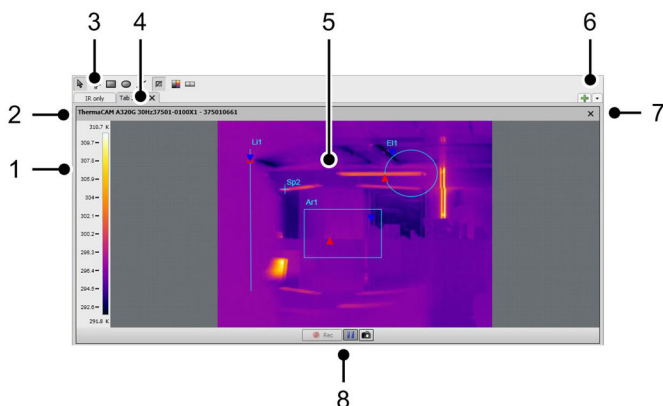
1	記録ファイルの保存方法をコントロールするオプションボタン。 ■ **単一ファイル**（*.seq） ■ **複数のファイル**（*.fff）
2	ファイルを保存する場所。**[参照]**ボタンをクリックすると、別の場所を選択できます。
3	**[サブフォルダの作成]**チェックボックス。 このチェックボックスを選択すると、事前に選択した場所にサブフォルダを手動で作成することや、各種日付フォーマットに従ってプログラムで自動的にサブフォルダを生成することができます。
4	■ 水平バーは、画像フレームの保存に使用できるハードディスクドライブ上の相対的な使用可能容量を示します。 ■ 設定が変更されていない場合、左のアイコンは同じ情報を画像フレーム数として示します。 ■ 設定が変更されていない場合、右のアイコンは同じ情報を分単位で示します。

5	**[パフォーマンス]**グループは、以下の情報を表示します。 ■ **実際のフレームレート** ■ **保存フレーム** ■ **消失フレーム**
6	**[ファイル名接頭辞]**テキストボックス。 ここでは、すべての記録ファイルに追加される英数字の接頭辞を定義できます。
7	**[参照]**ボタン。このボタンを使用すると、新しいファイル保存場所を選択できます。

9.3 画像ウィンドウ

図

T630405;a1

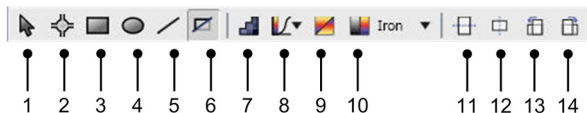
説明

この表は、上の図についての説明です。

1	温度スケール。
2	カメラID（またはディスク上の画像または動画ファイルのファイルパス）。
3	測定ツールバー。
4	画像ウィンドウタブ。
5	画像ウィンドウ。測定ツール例（スポット、ライン、エリア、円）が示されています。
6	画像ウィンドウタブをさらに追加し、既存の画像ウィンドウタブを選択する（複数存在する場合）ボタン。
7	[閉じる]ボタン。
8	記録ツールバー。

9.3.1 画像ウィンドウ > 測定ツールバー

図

T630406;a3

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	選択ツール。 このツールは、画像内でスポット、エリア、およびラインを移動する場合に使用します。
2	スポットメーターツール。 このツールは、画像上のどこにでも配置できるスポットメーターを作成するために使用します。スポットメーターとスポットメーターが表示する温度は、画像保存時に画像とともに保存されます。 スポットメーターを移動する場合は、[選択]ツールを使用してスポットメーターツールを選択し、ツールをクリックアンドドラッグします。
3	エリアツール。 このツールは、画像内でクリックアンドドラッグしてエリアを作成するために使用します。エリア内の最低温度と最高温度が測定結果テーブルに表示されます。 エリアを移動する場合は、[選択]ツールを使用してエリアツールを選択し、ツールをクリックアンドドラッグします。
4	円／楕円ツール。 このツールは、画像内でクリックアンドドラッグして円を作成するために使用します。エリア内の最低温度と最高温度が測定結果テーブルに表示されます。 円を移動する場合は、[選択]ツールを使用して円ツールを選択し、ツールをクリックアンドドラッグします。
5	ライン／ポリラインツール。 このツールは、画像内でラインを作成するために使用します。ライン上の最低温度と最高温度が測定結果テーブルに表示されます。 ラインを移動する場合は、[選択]ツールを使用してラインツールを選択し、ツールをクリックアンドドラッグします。
6	解析ツールの表示/非表示。 このツールは、赤外線カメラからの画像に関連付けられている解析ツールを表示または非表示にするために使用します。

7	「最も近い隣接」画像の補間アルゴリズムをオン/オフにするツール。 画像をズームインする場合、FLIR R&D softwareではピクセル間の滑らかな移行を実現する双三次画像補間アルゴリズムを使用します。 ピクセル間の移行を明確に確認し、「最も近い隣接」画像の補間アルゴリズムを使用することが望ましい場合もあります。
8	カラー分布モードの選択ツール: ■ リニア ■ コントラストの強化
9	選択されたパレットの反転ツール
10	パレットツール。 このツールを使用して、画像内のカラー パレットを変更します。
11	画像と測定ツールを水平にミラーリングするツール。
12	画像と測定ツールを垂直にミラーリングするツール。
13	画像と測定ツールを90°左回りに回転するツール。
14	画像と測定ツールを90°右回りに回転するツール。

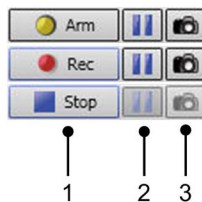
9.3.2 画像ウィンドウ > 動画記録ツールバー

注

- 一番上の行は、記録開始前とトリガー設定前のツールバーの様子を示します。
- 中央の行は、記録開始前と一時停止中のツールバーの様子を示します。
- 一番下の行は、記録中のツールバーの様子を示します。

図

T630407;a1

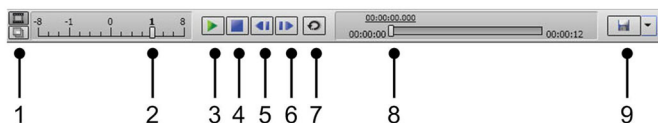
説明

この表は、上の図についての説明です。

1	**[条件録画]**/**[条件録画解除]**/**[録画条件]**/**[停止]**ボタン。
2	[一時停止]ボタン。
3	1つのスナップショットを*.jpgファイルとして保存するためのボタン。

9.3.3 画像ウィンドウ > 動画再生ツールバー

図

T630423;a1

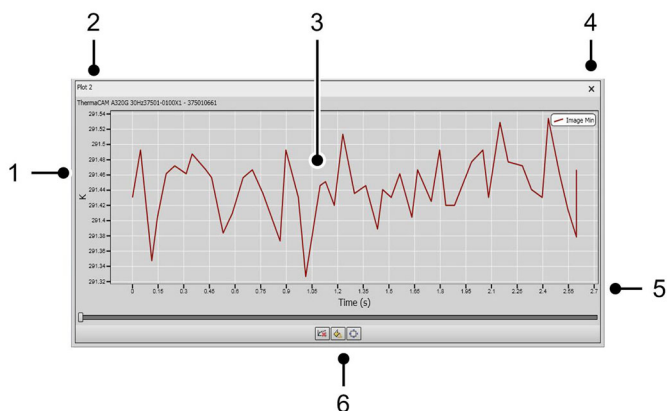
説明

この表は、上の図についての説明です。

1	フィルムモード再生とスライドモード再生を切り替えるためのボタン。
2	再生 × 記録した速度を設定するためのスケール。
3	[再生/一時停止]ボタン。
4	[停止]ボタン。
5	画像フレームを一度に1つ戻るためのボタン。
6	画像フレームを一度に1つ進むためのボタン。
7	再生をループ化するためのボタン。
8	動画ファイル内を移動するためのスライダ。
9	ファイルツールにアクセスするためのボタン。 ■ **保存** ■ **名前を付けて保存** ■ **単一画像を名前を付けて保存** ■ **エクスポート**

9.4 プロットウィンドウ

図

T630408;a1

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	温度スケール。
2	プロット番号。
3	プロットライン。同じプロットウィンドウで複数のプロットラインを使用できます。再生モードでは、赤の線が動画ファイル内の現在位置を示します。
4	[閉じる]ボタン。
5	時間スケール。
6	プロットツールバー。

注

プロットを右クリックすると、以下の操作を実行できます。

- プロット全体の表示
- グリッドの表示
- 凡例の表示
- エクスポート(画像またはデータとして)
- コピー(画像またはデータとして)
- プロットの削除

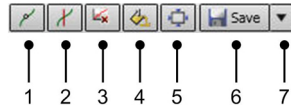
9.4.1 プロットウィンドウ > プロットツールバー

一般

プロットツールバーの異なった部分が、ライブモードまたは再生モードで個別に表示されます。

図

T630422;a2

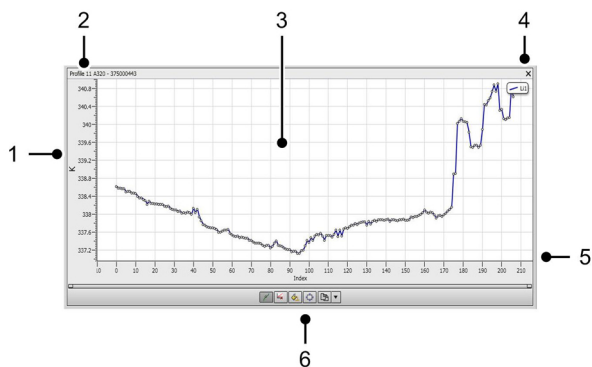
説明

この表は、上の図についての説明です。

1	プロットラインに沿ってマーカーを表示するためのボタン。マーカーの上にカーソルを置くと、温度が表示されます。
2	プロットラインに沿ってカーソルを表示するためのボタン。
3	プロットウィンドウをクリアするためのボタン。
4	バックグラウンドカラーを変更するためのボタン。
5	プロット全体を表示するためのボタン。
6	プロットを*.plotファイルフォーマットで保存するためのボタン。
7	ファイルツールにアクセスするためのボタン。 ■ **開く** ■ **保存** ■ **名前を付けて保存** ■ **エクスポート** ■ **コピー**

9.5 プロファイルウィンドウ

図

T638292;a1

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	温度スケール。
2	使用中のファイルまたは画像のプロファイル番号および名前
3	プロファイルライン同じプロファイルウィンドウで複数のプロファイルラインを使用できます。
4	[閉じる]ボタン。
5	インデックススケール
6	プロファイルツールバー

注

プロファイルを右クリックすると、以下の操作を実行できます。

- プロファイル全体の表示
- グリッドの表示
- 凡例の表示
- エクスポート(画像またはデータとして)
- コピー(画像またはデータとして)
- プロファイルの削除

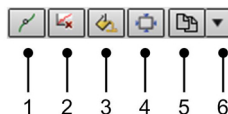
9.5.1 プロファイルウィンドウ > プロファイルツールバー

一般

プロファイルツールバーの異なった部分が、ライブモードまたは再生モードで個別に表示されます。

図

T638297;a1

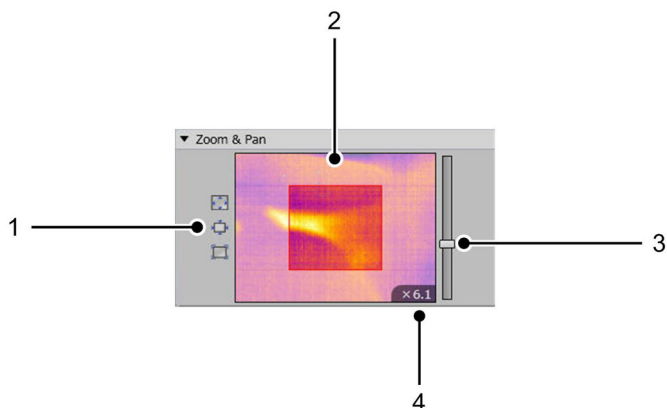
説明

この表は、上の図についての説明です。

1	プロファイルラインに沿ってマーカーを表示するためのボタン。マーカーの上にカーソルを置くと、温度が表示されます。
2	プロファイルウィンドウをクリアするためのボタン。
3	バックグラウンドカラーを変更するためのボタン。
4	プロファイル全体を表示するためのボタン。
5	画像をコピーするためのボタン。
6	ファイルツールにアクセスするためのボタン。 ■ **エクスポート** ■ **コピー**

9.6 [ズーム&パン]ペイン

図

T630410;a1

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	ツールバーボタン（上から下）: ■ 画像をウィンドウ全体にズーム。 ■ ウィンドウの画像に合わせてズーム。 ■ 画像の実サイズ（1:1）にズーム。
2	プレビューウィンドウ。 画像をズームインした場合、除外される画像エリアは明るめのシェードで表示されます（画像を参照）。ズームインエリア、カーソルを使用して画像上で移動できます。
3	ズーム係数を変更するためのスライダ。
4	ズーム係数。

9.7 スケールペイン

一般

スケールペインを使用して、最高/最低温度を設定したり、アイソサームを作成したり、画像をさまざまな方法で調整することができます。

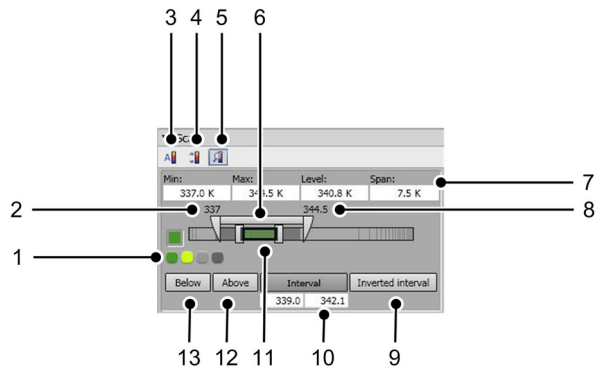
アイソサームについて

アイソサームは、ある温度区間を上回るまたは下回る画像の一部や1つ以上の温度区間の間の画像の一部を強調表示する機能です。FLIR R&D softwareでは、4種類の異なるアイソサームを設定できます。

- **[区間]**:2つの設定温度レベル間の温度にカラーを割り当てます。
- **[区間の反転]**:2つの設定温度レベル間の温度にカラーを割り当てますが、カラーは反転されます。
- **[上]**:設定温度レベルを上回る温度にカラーを割り当てます。
- **[下]**:設定温度レベルを下回る温度にカラーを割り当てます。

図

T630411;a7

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	アイソサームに使用できる標準カラーのパレット。
2	低温値を変更するためのスライダです。
3	**[自動]**ボタン。 このボタンは、画像を自動的に調整して最高のブライトネスとコントラストを得るために使用します。
4	**[スケールのリセット]**ボタン。 このボタンは、自動調整値にスケールをリセットする、つまり、ワンショット自動調整手順を実行するために使用します。
5	**ズーム** ボタン。 このボタンを使用して、小さな温度スパンで作業するときは、スケールを拡大できます。

6	以下の操作を行うためのボタン: ■ 画像を最適なブライトネスとコントラストに自動的に調整。 ■ レベルの変更(ボタンをドラッグ) ■ スパンの変更(SHIFTキーを押しながらボタンをドラッグ)
7	テキストボックスに次のデータを入力: ■ **最低**: このテキストボックスは、画像内で特定の最低温度レベルを設定するために使用します。 ■ **最高**: このテキストボックスは、画像内で特定の最高温度レベルを設定するために使用します。 ■ **レベル**: このテキストボックスは、画像の温度レベルを設定するために使用します。 ■ **スパン**: このテキストボックスは、画像の温度スパンを設定するために使用します。 注： これらは、同じ温度値を変更するための4つの全く別の方法です。
8	高温値を変更するためのスライダです。
9	2つの設定温度レベル間の温度にカラーを割り当てるためのボタン。ただし、カラーは反転されます。
10	2つの設定温度レベル間の温度にカラーを割り当てるためのボタン(下にテキストボックスが表示されます)。
11	定義されているアイソサームカラーを表示する温度スケールのエリア。
12	設定温度レベルを上回る温度にカラーを割り当てるためのボタン。
13	設定温度レベルを下回る温度にカラーを割り当てるためのボタン。

9.8 結果画面

一般

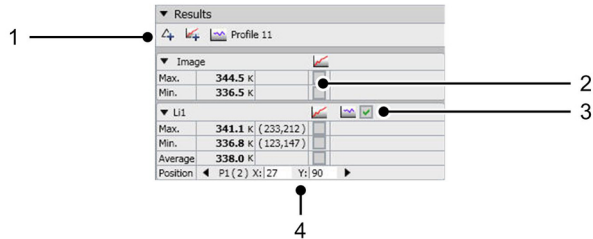
結果画面には、測定ツールからの結果が画像に配置されて表示されます。

注

下の図は、画像または動画ファイルにラインが配置されている場合の結果画面を示しています。配置される測定ツールが異なると、結果画面の表示も異なってきます。

図

T638293;a1

説明

この表は、上の図についての説明です。

1	以下の操作を行うためのツールバーボタン: ■ 差異計算の作成 (少なくとも2つの測定ツールを事前に画像に配置するか、最高温度と最低温度のような2つ結果を持つ測定ツールが1つ必要です)。 ■ 新しいタブにプロットウィンドウを作成します。 ■ 新しいタブにプロファイルウィンドウを作成します。
2	この測定ツールのプロットをプロットウィンドウに出力するためのチェックボックス。
3	この測定ツールのプロファイルをプロファイルウィンドウに出力するためのチェックボックス。
4	問題になっている測定ツールのXおよびY位置。

10 動画ファイルを記録する

10.1 記録速度を設定するには

一般

記録を開始する前には、記録速度を設定する必要があります。記録速度は、動画記録時に1秒あたりファイルに保存されるフレーム数です。

記録速度は、2つの異なる方法で設定できます。

- カメラのフレームレートを変更する。
- 保存する画像フレーム間の時間間隔を指定する。

手順

この手順に従ってください。

<table>
<tr><td>1</td><td>[解析]タブ > [設定]タブに移動します。</td></tr>
<tr><td>2</td><td>以下のいずれかを実行してください：
■ ドロップダウンメニューで新しいフレームレートを選択します。
■ 保存する画像フレーム間の時間間隔を指定する。

2、3秒後、[パフォーマンス]内の[実際のフレームレート]が変更後のフレームレートに合わせてどのように更新されるかを確認できます。フレームレートがより高い場合は、カメラが変更後のフレームレートを提供できず、矛盾が生じる場合があります。</td></tr>
</table>

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

10.2 処理前記録を設定するには

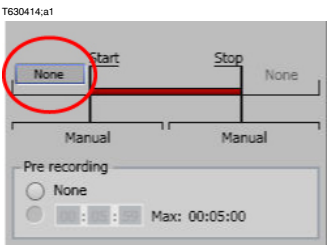
一般

処理前記録は、記録の実行をトリガーする実際のイベントの前に保存することが定義されている画像の時間間隔です。処理前記録の画像フレームは、ループ画像バッファから取り出されます。

記録したイベントの解析を成功させるには、多くの状況において処理前記録が必要です。処理前記録は、記録開始をトリガーするイベントの全履歴も提供します。

図

T630414;a1

手順

この手順に従ってください。

1	**[解析]**タブ > **[設定]**タブに移動します。
2	丸で囲まれているボタンをクリックします（上の画像を参照）。希望の時間間隔を定義できるダイアログボックスが表示されます。

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

10.3 開始トリガーを設定するには

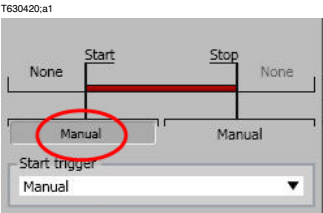
一般

開始トリガーは、条件値が満されるとイベントの記録が開始される条件とみなすことができます。FLIR R&D softwareでは、以下の種類の開始トリガーを使用できます。

- **[手動]**:記録を手動で開始します。
- **[日時]**:設定日時に記録を開始します。
- **[条件付き]**:画像の測定値が設定値を上回るか下回ると、記録が開始されます。画像内に1つ以上の測定ツールを配置していることが前提となります。
- **[外部トリガー]**:FLIR A325へのデジタル入力に記録を開始させます。

図

T630420;a1

手順

この手順に従ってください。

1	**[解析]**タブ > **[設定]**タブに移動します。
2	丸で囲まれているボタンをクリックします（上の画像を参照）。希望の開始トリガータイプを選択できる**[開始トリガー]**リストボックスが表示されます。
3	（開始および停止トリガーパラメータがすべて設定されている場合。） 記録ツールバーで**[条件測定]**をクリックします。この操作によってトリガーが設定され、トリガー条件が満たされるとすぐにイベントの記録を開始する準備がプログラムで整います。

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

10.4 停止トリガーを設定するには

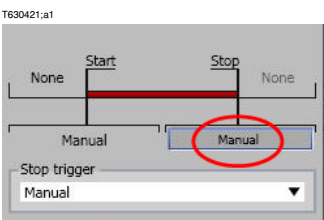
一般

停止トリガーは、条件値が満されるとイベントの記録が停止される条件とみなすことができます。 FLIR R&D softwareでは、以下の種類の停止トリガーを使用できます。

- **[手動]**:記録を手動で停止します。
- **[日時]**:設定日時に記録を停止します。
- **[期間]**:記録開始から設定時間が経過したら、記録が停止されます。
- **[条件付き]**:画像の測定値が設定値を上回るか下回ると、記録が停止されます。画像内に1つ以上の測定ツールを配置していることが前提となります。
- **[外部トリガー]**:FLIR A325へのデジタル入力に記録を停止させます。

図

T630421;a1

手順

この手順に従ってください。

1	**[解析]**タブ > **[設定]**タブに移動します。
2	丸で囲まれているボタンをクリックします（上の画像を参照）。希望の停止トリガータイプを選択できる**停止トリガー**ダイアログボックスが表示されます。
3	（開始および停止トリガーパラメータがすべて設定されている場合。） 記録ツールバーで**[条件測定]**をクリックします。この操作によってトリガーが設定され、トリガー条件が満たされるとすぐにイベントの記録を停止する準備がプログラムで整います。

注

画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

10.5 処理後記録を設定するには

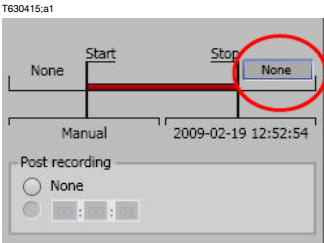
一般

処理後記録は、イベントによってトリガーされた記録の後に保存することが定義されている画像フレームの数です。処理後記録の画像フレームは、ループ画像バッファから取り出されます。

記録したイベントの解析を成功させるには、多くの状況において処理後記録が必要です。 処理後記録は、記録停止をトリガーするイベントの全履歴も提供します。

図

T630415;a1

手順

この手順に従ってください。

1	**[解析]**タブ > **[設定]**タブに移動します。
2	丸で囲まれているボタンをクリックします（上の画像を参照）。希望の時間間隔を定義できるダイアログボックスが表示されます。

注

- 停止トリガーが**[手動]**に設定されている場合は、処理後記録を設定できません。
- 画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。

11 プロットの操作

一般

温度プロットは、動画ファイル内の時間に沿って温度が変化する様子を表示するグラフとみなすことができます。

注

この手順は、カメラが接続されていて、ライブ画像または記録された画像が画像ウィンドウに表示されていることを前提にしています。

手順

この手順に従ってください。

1	画像内に測定ツールを配置します。
2	測定ツールを右クリックし、**プロット**とプロットしたい測定タイプ(通常は、最高温度、最低温度、または平均温度)を選択します。プロットが表示されます。
3	この段階では、以下のいずれかの操作をすることもできます。 ■ プロットを写真としてコピーし、技術報告書やホワイトペーパーなどに貼り付ける。 ■ プロットを*csvファイルとしてコピーする。 ■ プロットを画像としてエクスポートする。 ■ プロットをデータとしてエクスポートする。

注

- 画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。
- ファイルの特定方法については、8.5-画像や動画ファイルを特定する（21ページ）を参照してください。
- 動画ファイルの記録方法については、10-動画ファイルを記録する（46ページ）を参照してください。
- 画像およびデータのエクスポート方法については、セクション13-データのエクスポート（53ページ）を参照してください。

12 プロファイルの操作

一般

プロファイルは、画像内のラインに沿って温度が変化する様子を表示するグラフとみなすことができます。

注

この手順は、カメラが接続されていて、ライブ画像または記録された画像が画像ウィンドウに表示されていることを前提にしています。

手順

この手順に従ってください。

1	画像内に測定ラインを配置します。
2	測定ツールを右クリックし、**プロファイル**を選択してプロファイルタブを新規に作成します。プロファイルが表示されます。
3	この段階では、以下のいずれかの操作をすることもできます。 ■ プロットを写真としてコピーし、技術報告書やホワイトペーパーなどに貼り付ける。 ■ プロットを*csvファイルとしてコピーする。 ■ プロットを画像としてエクスポートする。 ■ プロットをデータとしてエクスポートする。

注

- 画面成分の説明については、9-画面成分の概要（23ページ）を参照してください。
- ファイルの特定方法については、8.5-画像や動画ファイルを特定する（21ページ）を参照してください。
- 動画ファイルの記録方法については、10-動画ファイルを記録する（46ページ）を参照してください。
- 画像およびデータのエクスポート方法については、セクション13-データのエクスポート（53ページ）を参照してください。

13 データのエクスポート

一般

画像、プロット、およびプロファイルデータをさまざまな方法でエクスポートできます。このセクションでは、その方法について説明します。

画像データのエクスポート

以下のいずれかを実行してください：

- 画像を右クリックして、**エクスポート** > **図**を選択します。現在の画像が*.bmpファイルとしてエクスポートされます。
- 画像を右クリックして、**エクスポート** > **データ**を選択します。現在の画像が、各ピクセルごとの温度値の配列を持つ*.csvファイルとしてエクスポートされます。

プロットデータのエクスポート

以下のいずれかを実行してください：

- プロットを右クリックして、**エクスポート** > **写真**を選択します。現在のプロットが*.bmpファイルとしてエクスポートされます。
- プロットを右クリックして、**エクスポート** > **データ**を選択します。現在のプロットが、以下の列を持つ*.csvファイルとしてエクスポートされます。
  - 日付。
  - 時間。
  - ミリ秒
  - 相対時間
  - 平均温度

プロファイルデータのエクスポート

以下のいずれかを実行してください：

- プロファイルを右クリックして、**エクスポート** > **図**を選択します。現在のプロファイルが*.bmpファイルとしてエクスポートされます。
- プロファイルを右クリックして、**エクスポート** > **データ**を選択します。現在のプロファイルが、以下の列を持つ*.csvファイルとしてエクスポートされます。
  - マーカーのインデックス
  - マーカーの温度

動画データのエクスポート

以下のいずれかを実行してください：

- 動画ファイルを右クリックして、以下を選択します:
  - **エクスポート** > **図** 現在の画像が*.bmpファイルとしてエクスポートされます。
  - **エクスポート** > **単一画像データ** 現在の画像が、各ピクセルごとの温度値の配列を持つ*.csvファイルとしてエクスポートされます。
  - **エクスポート** > **動画データ** 動画データが*.csvファイルとしてエクスポートされます。

14 カメラ設定を変更する

14.1 プログラム設定を変更する

一般

出力データ、温度単位、言語などを定義する各種プログラム設定を変更できます。

手順

この手順に従ってください。

1	メインメニューバーで**[オプション]**をクリックします。
2	以下のいずれかを実行してください： ■ 単位を変更するには、**[単位]**タブをクリックし、以下のいずれかの操作を実行します。 　■ 出力データを変更するには、**[概算数]**、**[オブジェクト信号]**、または**[温度]**を選択します。 　■ 温度単位を変更するには、**[摂氏]**、**[華氏]**、または**[ケルビン]**を選択します。 ■ 接続動作を変更するには、**[アプリケーションプログラム]**タブをクリックし、**[最後のカメラへの自動接続]**または**[保存前に警告メッセージを無効化]**を選択します。 ■ 言語を変更するには、**[言語]**タブをクリックして新しい言語を選択します。

説明

- **[概算数]**:デジタルインタフェースのカメラによって提供される、またはレディオメトリックな画像ファイルに保存されるピクセル値です。オブジェクトパラメータの修正は含まれていません。カメラモデルによっては、ドリフト補償も含まれていない場合があります。
- **[オブジェクト信号]**:対象物からの放射に比例する較正値です。これは、オブジェクトパラメータの補償をはじめ、ドリフト、ゲイン、オフセットに対して修正する検知器信号です。オブジェクトパラメータの正しい設定（反射見かけ温度、放射率、対象物との距離、相対湿度、および気温）が前提とされます。
- 温度: プランクの法則に基づく較正アルゴリズムがオブジェクト信号に適用される場合の対象物の黒体温度です。

14.2 オブジェクト パラメータを変更する

14.2.1 オブジェクトパラメータを全体的に変更する

一般

正確に測定するためには、オブジェクト パラメータを設定する必要があります。この手順では、オブジェクトパラメータを全体的に変更する方法を説明します。

[大気パラメータ]グループ

- **大**気温度: カメラと対象物間の空気の温度です。
- 相対湿度: カメラと対象物間の空気の相対湿度です。
- 透過率: 計算された、または固定の大気の伝達率です。

[外部光学系]グループ

- 温度: カメラと対象物間に設定される保護ウィンドウなどの温度です。保護ウィンドウや保護シールドを使用していない場合、この値は重要ではありません。
- 透過率: カメラと対象物間に設定される保護ウィンドウなどの光学伝達率です。

[画像オブジェクトパラメータ]グループ

- **放**射率: 同じ温度の理論的な基準対象物（「黒体」と呼ぶ）の放射と比較した対象物からの放射量です。放射率の対義語は反射率です。放射率は、対象物による反射に対して対象物から生じる放射量を決定します。
- 距離: カメラと対象物間の距離です。
- **[反射見かけ温度]**:対象物が反射する周囲からカメラへの放射を補正する場合に使用します。対象物のこの特性は反射率と呼ばれます。

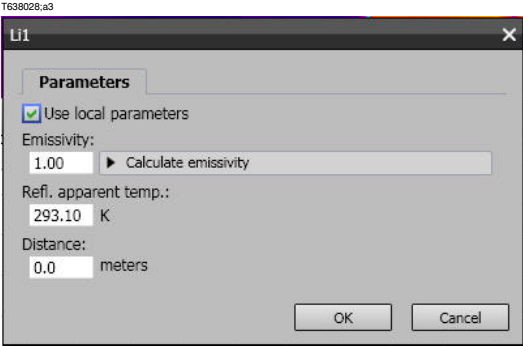
手順

この手順に従ってください。

1	**[パラメータ]**ペインに移動します。
2	変更するパラメータの右にある白いテキストボックスにカーソルを置きます。
3	新しい値を入力して、RETURNキーを押します。

関連トピック

パラメータに関する詳細情報と放射率や反射見かけ温度を正しく設定する方法については、17 – 熱測定技術（65ページ）を参照してください。

14.2.2 オブジェクトパラメータを局所的に変更する

一般

オブジェクトパラメータを変更すると、画像全体のすべてのオブジェクトパラメータが変更されます。

ただし、状況によっては1つの測定ツールのオブジェクトパラメータだけを変更したい場合もあります。理由としては、反射率が画像内の他の表面よりもかなり高い表面の前に測定ツールが置かれている、画像内の残りの対象物から離れた対象物上に測定ツールが置かれているなどが考えられます。

手順

この手順に従ってください。

1	画像内に少なくとも1つの測定ツールを配置します。
2	ツールを右クリックし、**[パラメータ]**を選択します。これにより、以下のダイアログボックスが表示されます。 T638028;a3
3	**ローカルパラメータを使用**を選択します。
4	以下のいずれかを実行してください： ■ プログラムによる放射率の計算を開始します。これを行うには、問題となっているオブジェクトの温度がわかっている必要があります。 ■ 反射見かけ温度の既知の値を入力します。 ■ オブジェクトまでの距離の既知の値を入力します。

注

- 結果ペイン内の測定結果を右クリックし、オブジェクトパラメータを局所的に変更することもできます。
- 放射率計算機を使用するには、**データ出力**を**オプション**でケルビン、摂氏、または華氏に設定する必要があります。

関連トピック

パラメータに関する詳細情報と放射率や反射見かけ温度を正しく設定する方法については、17 – 熱測定技術（65ページ）を参照してください。

15 FLIR Systems 情報

FLIR Systemsは、高性能の赤外線イメージングシステム開発のパイオニアとして1978年に創立され、商業、工業、官庁用のさまざまなアプリケーションに応じたサーマルイメージングシステムのデザイン、製造、販売で世界をリードしています。現在、FLIR Systemsには1958年以来赤外線技術ですぐれた業績をあげている5つの大きな会社が統合されています - スウェーデンのAGEMA Infrared Systems (旧社名 AGA Infrared Systems)、米国の3つの会社 Indigo Systems、FSI、Inframetrics、およびフランスのCedip社です。 2007年11月には、Extech InstrumentsがFLIR Systemsに買収されました。

10722703;a2

図 **15.1** 左Thermovision® Model 661、1969年発売カメラの重量は約25 kg (55 lb.)、オシロスコープは20 kg (44 lb.)、三脚は15 kg (33 lb.)です。オペレータは220 VACジェネレーターセットと、液体窒素の入った10 L (2.6 USガロン) 容器も必要です。オシロスコープの左側には、ポラロイドのアタッチメント (6 kg/13 lb.)があります。右: FLIR i7、2009年発売重量:0.34 kg (0.75 lb.)、バッテリーを含む

当社は、予測メンテナンス、研究開発、非破壊検査、プロセス制御とオートメーション、マシンビジョン、その他多くのアプリケーション用に、世界各地で100,000台以上の赤外線カメラを販売してきました。

FLIR Systemsは、アメリカに3つ(オレゴン州ポートランド、マサチューセッツ州ボストン、カリフォルニア州サンタバーバラ)、スウェーデン(ストックホルム)に1つの製造工場があります。2007年には、エストニアのタリンにも製造工場が建設されました。ベルギー、ブラジル、中国、フランス、ドイツ、イギリス、香港、イタリア、日本、韓国、スウェーデン、アメリカに直轄の営業所を置き、世界中に張り巡らされた代理店のネットワークと共に国際的なお客様をサポートしています。

FLIR Systems は赤外線カメラ産業の革新を牽引してきました。既存のカメラの向上、新しいカメラの開発を継続的に続けることにより、市場需要を先取りしています。例を挙げると、産業検査用の初めてのバッテリー駆動のポータブルカメラ、初めての非冷却式赤外線カメラなどです。

FLIR Systems は、カメラ システムの重要機構および電子部品をすべての自社製造しています。検出素子設計、レンズおよび電子システムの製造から、最終検査およびキャリブレーションまで、すべての生産プロセスは当社の技術者が実行し、指揮しています。これらの赤外線の専門家の豊富な経験により、赤外線カメラを構成するすべての部品の正確さと信頼性が確証されています。

15.1 赤外線カメラを超える機能

FLIR Systems は、高性能の赤外線カメラ システムを生産する以上のことが求められていることを認識しています。当社の使命は、最高のカメラとソフトウェアを提供することにより、当社の赤外線カメラ システムを利用するすべてのユーザーの生産性を向上することです。予測メンテナンス用のカスタムソフトウェアについては、研究開発およびプロセス監視を社内で行っています。ほとんどのソフトウェアは、多数の言語で使用可能です。

すべての赤外線カメラに付属品を提供し、サポートしており、必要な赤外線の用途に応じて機器を適合させることができます。

15.2 知識の共有

当社のカメラは使いやすく設計されていますが、使い方に加えて、サーモグラフィについての知識を得ることも重要です。そのため、FLIR Systems は、独立した Infrared Training Center (ITC) を設立し、認定トレーニング コースを提供しています。ITC のコースに参加することにより、実践に基づいた専門知識を学ぶことができます。

ITC のスタッフは、赤外線理論を実行するために必要な適用サポートの提供も行っております。

15.3 カスタマー サポート

FLIR Systems は、世界的なサービス ネットワークを運営して、お客様のカメラがいつでも動作できるようにサポートしています。 カメラに問題がある場合は、お近くのサービス センターにある機器やノウハウを活用して、できる限り短い時間で問題を解決します。 そのため、カメラを遠方 (地球の反対側) に郵送したり、言葉の通じない担当者に問い合わせる必要はありません。

15.4 当社の製造・開発現場から

10401303;a1

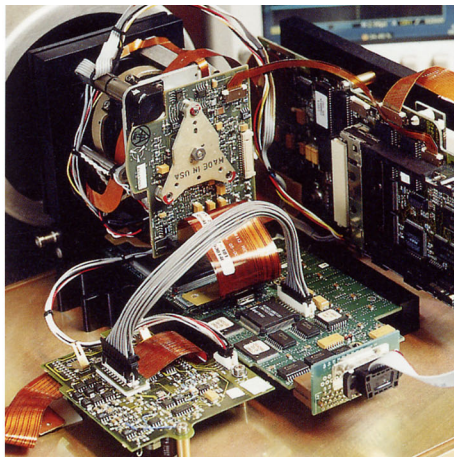
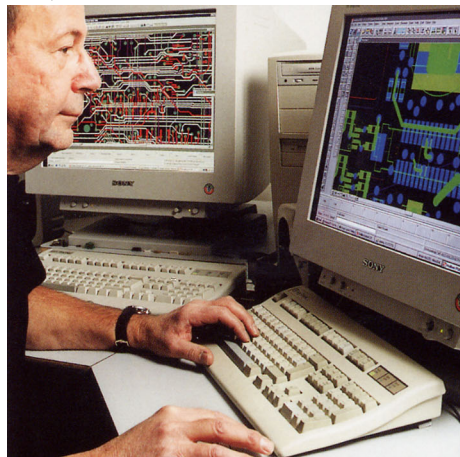



図 **15.2** 左**:** システム エレクトロニクスの開発。右： FPA 検出素子

10401403;a1

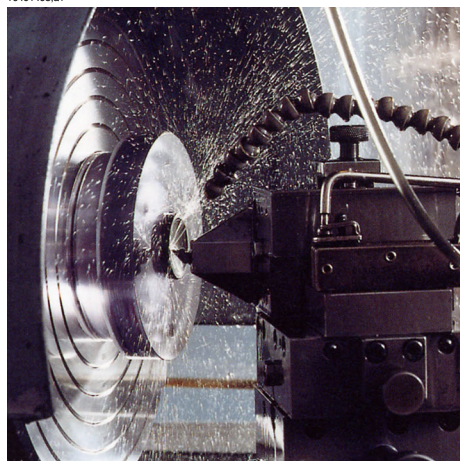



図 **15.3** 左**:** ダイアモンド回転機械。右： レンズ磨き

10401503;a1

図 **15.4** 左**:** 気候室での赤外線カメラの試験。右：カメラテストおよびキャリブレーション用ロボット

16 用語集

用語または表現	説明
FOV	視野。IR レンズを通して見ることのできる水平角です。
FPA	焦点面アレイ。IR 検出素子の一種です。
IFOV	瞬間視野。IR カメラの幾何学的分解能の単位です。
IR	赤外線
Laser LocatIR	カメラ前方のオブジェクトの特定箇所に当てるための、細く集束されたレーザー ビームを放射する電気光源です。
NETD	ノイズと等価になる温度差です。IR カメラの画像ノイズレベルの単位です。
アイソサーモ	1℃ またはそれ以上の間隔で、温度の上側、下側、または中間をハイライトする機能です。
アイソサーモ空洞	一様な温度を持つ瓶の形をした放熱体です。瓶首から中を見ることができます。
オブジェクト パラメータ	対象物の測定が行われた環境、および対象物そのものを説明する値一式のことです（たとえば、放射率、反射見かけ温度、距離）。
オブジェクト信号	オブジェクトからカメラが受けた放射の量に関連する、キャリブレーションされていない値のことです。
サチュレーション カラー	外部温度の現在のレベルおよび間隔設定を含む領域がサチュレーション カラーで色づけされます。‘アンダーフロー’ カラーおよび ‘オーバーフロー’ カラーを含むサチュレーション カラーです。変更が必要と思われる領域を示す、検出器によって飽和されたすべての部分にしるしを付ける、3 つ目の赤色サチュレーション カラーも含まれます。
サーモグラム	熱画像
スペクトル放射	単位時間、単位波長あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 ($W/m^2/m$) です。
デュアル アイソサーモ	1 つではなく、2 つのカラーバンドのアイソサーモです。
ノイズ	熱画像の望ましくない小さな障害です。
パレット	IR 画像を表示するために使用する色一式です。
ピクセル	「画像要素」を表しています。画像のスポット 1 つ 1 つのことです。
フィルタ	特定の赤外線波長域のみ透過する材料です。

用語または表現	説明
レベル	温度目盛の中間値です。通常は、信号値として表現されます。
レンジ	IR カメラの現在の全体的な温度測定の限定されたレンジです。カメラにはいくつかのレンジがあります。現在のキャリブレーションを制限する 2 つの黒体温度によって表されます。
レーザー ポインター	カメラ前方のオブジェクトの特定箇所に当てるための、細く集束されたレーザー ビームを放射する電気光源です。
伝導	材料に熱が拡散されている過程のことです。
反射	オブジェクトによって反射された放射量と受けた放射との割合0 から 1 の間の数値になります。
可視像	IR カメラのビデオ モードです。ノーマル、つまりサーモグラフィ モードとは異なります。カメラがビデオ モードに設定されていると、通常のビデオ画像を記録します。カメラが IR モードに設定されていると、サーモグラフィ画像が記録されます。
吸収 (吸収率)	オブジェクトによって吸収された放射量と受けた放射との割合0 から 1 の間の数値になります。
基準温度	通常どおり測定された値と比較できる温度のことです。
外部光学系	外部レンズ、フィルタ、熱シールドなど、カメラと測定されているオブジェクトの間に取り付けられ部品のことです。
大気	測定されているオブジェクトとカメラの間のガス、通常は空気です。
大気透過率の予測値	ユーザーから提供される透過率値です。計算値に置き換えられます。
大気透過率の計算値	気温、空気の相対湿度、およびオブジェクトとの距離から計算された透過率の値です。
対流	重力または別の力によって流体が動き、この動きによって、ある場所から別の場所に熱が伝わる伝熱方式です。
手動調整	手動で特定のパラメータを変更して、画像を調整する方法です。
放射	オブジェクトまたはガスから電磁エネルギーが放射される過程です。
放射 (放射率)	オブジェクトから出た放射量と黒体の受けた放射量との割合0 から 1 の間の数値になります。

用語または表現	説明
放射力	単位時間、単位領域あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 (W/m^2) です。
放射強度	単位時間、単位領域あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 (W) です。
放射量	単位時間、単位領域あたりにオブジェクトから放射されるエネルギー量 ($W/m^2/sr$) です。
放熱体	IR 放熱設備一式です。
温度スケール	IR画像を現在表示している方法です。色を制限する2つの温度値として表されます。
温度レンジ	IRカメラの現在の全体的な温度測定の限定されたレンジです。カメラにはいくつかのレンジがあります。現在のキャリブレーションを制限する2つの黒体温度によって表されます。
温度差または温度の違い	減算によって求められた 2 つの温度の差の値です。
灰色体	各波長域で黒体のエネルギーと一定の比率のエネルギーを放射する物体のことです。
環境	測定されているオブジェクトに対して放出しているオブジェクトまたはガスです。
画像補正 (内部または外部)	撮影画像のさまざまな部分の検出感度の違いを補正したり、カメラの安定性を補正する方法です。
相対湿度	現在の空気中の水蒸気の質量と飽和状態で空気中に含まれる最大質量の比率を表す相対湿度。
空洞放射体	内側に吸収剤がついている瓶の形をした放熱体です。瓶首から中を見ることができます。
自動パレット	IR画像が不規則な色の広がりを示して、冷たいオブジェクトと温かいオブジェクトを同時に表示している状態です。
自動調整	内部画像補正をカメラに実行させる機能です。
色温度	黒体の色の温度と特定の色が一致しています。
赤外線	不可視放射線です。波長は 2–13 μm です。
透過アイソサーモ	色の線形的な広がりを示すアイソサーモです。画像のハイライトされた部分を示すのではありません。
透過率	透過率はガスや材料によって異なります。透過率は、IR放射が通過する量です。0 から 1 の間の数値になります。
連続アジャスト	画像を調整する機能です。この機能は常に動作し、画像の内容によって連続的に明るさとコントラストを調整します。

用語または表現	説明
間隔	温度目盛の間隔の値です。通常は、信号値として表現されます。
黒体	まったく反射しないオブジェクトのことです。放射はすべて自身の温度によるものです。
黒体放射	黒体特性を持つ IR 放射装置は、IR カメラのキャリブレーションに使用されます。

17 熱測定技術

17.1 はじめに

赤外線カメラは物体から放出された赤外線を測定、撮像します。赤外線は物体表面温度の作用であるため、カメラはこの温度を計算し表示することができます。

ただし、カメラが測定した赤外線は物体の温度のみではなく、放射率によっても作用します。赤外線は周辺からも発生して物体に反射します。物体からの赤外線と反射した赤外線は、大気の吸収作用にも影響を受けます。

このため、温度を正確に測定するには多数の異なる放射元の効果を補正する必要があります。この補正はカメラによってオンラインで自動的に行われます。ただし、カメラに以下のオブジェクトパラメータを提供する必要があります。

- 物体の放射率
- 反射源見かけ温度
- 物体とカメラの距離
- 相対湿度
- 大気の温度

17.2 放射率

正確に設定すべき最も重要なオブジェクトパラメーターは放射率、つまり、同じ温度の完全黒体と比較して物体からどの程度の赤外線が発射されているかを表す測定値です。

通常、物体の素材と表面処理によって放射率は約0.1から0.95の範囲で表されます。高精度に研磨された表面 (ミラー) では 0.1 未満になることもあり、また、酸化したりペイントされた表面では高い放射率を持つ場合もあります。可視スペクトルにおける色に関わらず、油性ペイントの赤外線の放射率は0.9を超えます。人間の皮膚の放射率はほぼ0.97から0.98です。

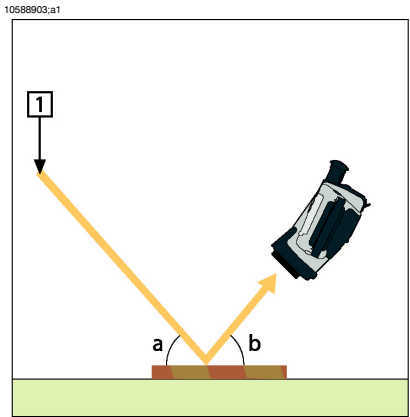
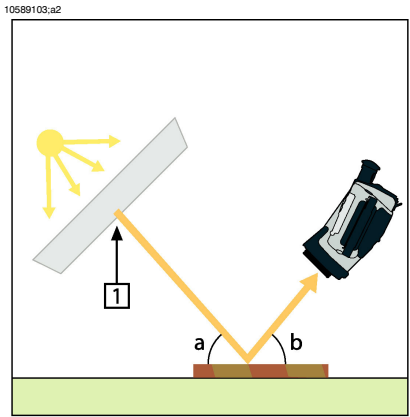
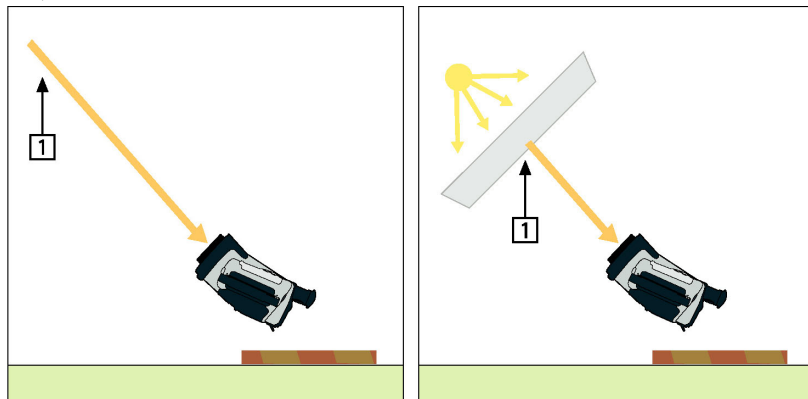
酸化していない金属の場合、完全な不透明性と高い反射性という極端なケースを示し、波長によって大きく異なることはありません。そのため、金属の放射率は低くなります。ただし、金属の放射率は温度に比例して増加します。非金属の場合、放射率は高くなりがちで、温度に比例して減少します。

17.2.1 サンプルの放射率を見つける

17.2.1.1 ステップ*1*： 反射された明らかな温度の決定

下記の2つの方法のうちいずれかを使用して、反射見かけ温度を決定します。

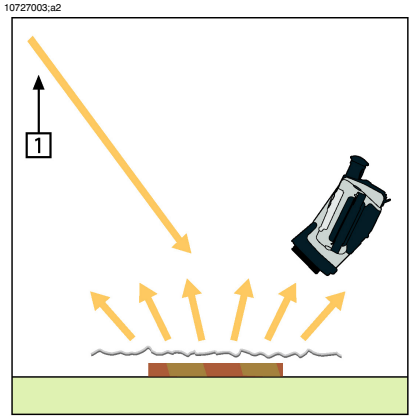
17.2.1.1.1 方法 1： 直接法

1	入射角＝反射角 (a = b)を考慮し、考えられる反射源を探してください。 10588903;a1 図 **17.1** 1 ＝反射源
2	反射源がスポット源の場合、ダンボールなどで遮って反射源を修正してください。 10589103;a2 図 **17.2** 1 ＝反射源

3	以下の設定を使って、反射源からの放射線の強度 (= 見かけ温度) を計測します。 ■ 放射率： 1.0 ■ D_{obj}： 0 次の 2 つの方法のいずれかを使用して、放射線の強度を測定できます。 10589003;a2 図 **17.3** 1 ＝反射源

注：熱電対を使って反射見かけ温度を計測するのは2つの重要な理由からお勧めできません。

- 熱電対は放射線の強度を計測しない
- 熱電対は表面に非常に良い熱接触を必要とし、それは通常、熱アイソレーターによってセンサーを糊付け及びカバーして行われる。

17.2.1.1.2 方法 2：反射法

1	アルミホイルの大きなシートを細かくします。
2	細かくしないアルミホイルを同じサイズのボール紙に貼り付けます。
3	測定する物体の前に、そのボール紙を置きます。アルミホイルが貼られている面がカメラの側を向いていることを確認します。
4	放射率を 1.0 に設定します。

5	アルミホイルの反射温度を測定し、記録します。 10727003;a2 図 **17.4** アルミホイルの見かけ温度を測定します。

17.2.1.2 ステップ**2**： 放射率の決定

1	サンプルを置く場所を選択してください。
2	以前の手順に応じて、反射された明らかな温度を決定及び設定してください。
3	サンプル上に高い放射率を持つ電子テープを置いてください。
4	サンプルを最低、室温より20K暖めてください。 温めるのは均等でなくてはなりません。
5	カメラをフォーカス及び自動調整し、画像をフリーズします。
6	**レベル**と**スパン**を画像の最高の明るさとコントラスト用に調整します。
7	テープの放射率に設定します (通常 0.97)。
8	以下の計測機能のひとつを使って、テープの温度を計測してください。 ■ **アイソサーモ**（温度の測定と、サンプルが均等に温まっていることの確認の両方に有用） ■ **スポット** （より単純） ■ **ボックス** Avg （異なる放射率を持つ表面に最適）
9	温度を記録します。
10	計測機能をサンプル表面に動かします。
11	以前の計測と同じ温度になるまで放射率設定を変更してください。
12	放射率を記録します。

注：

- 無理な対流は避けてください。
- スポット反射を発生しない熱的に安定した環境を探してください。
- 不透明で、高い放射率を持つテープを使ってください。
- この方法はテープとサンプルの表面が同じ温度であることを条件とします。同じでない場合、放射率の計測が間違っていることになります。

17.3 反射見かけ温度

このパラメータは、物体が反射する放射を補正するために使用されます。放射率が低く、物体の温度が反射温度と比較的大きく異なっている場合、反射温度を正しく設定し、反射見かけ温度を正しく補正することが重要です。

17.4 距離

距離とは、物体とカメラの前面レンズとの間の距離を指します。このパラメータは、次の 2 つの事象を補正するために使用されます。

- 対象からの放射が物体とカメラの間の待機によって吸収される
- 大気そのものからの放射がカメラによって検出される

17.5 相対湿度

カメラは、伝達率が大気の相対湿度にいくらか依存しているという事象についても補正できます。この補正を行うには、相対湿度を正しい値に設定する必要があります。短距離および通常湿度の場合、相対湿度は通常、50% の初期値のままにしてかまいません。

17.6 その他のパラメータ

上記だけでなく、FLIR Systems 製のカメラおよび解析プログラムの中には、次のパラメータを補正できるものもあります。

- 大気温度 – つまり、カメラと対象物との間の大気の温度
- 外部光学系温度 – つまり、カメラ前面で使用される任意の外部レンズやウィンドウの温度
- 外部光学系透過率 – つまり、カメラ前面で使用される任意の外部レンズやウィンドウの伝達率

18 赤外線技術の歴史

1800 年まで、電磁波スペクトルに赤外線部分が存在することなど誰も想像していませんでした。熱放射の一種としての赤外線スペクトル (または「赤外線」) そのものの重要性は、Harschel によって 1800 年に赤外線部分が発見されたときよりも特筆すべきものではなくなっています。

10398703;a1

図 **18.1** William Herschel 卿 (1738–1822)

新しい光学材料の研究中に偶然発見されたものでした。William Herschel 卿 (イギリス王ジョージ三世の王室天文学者、天王星の発見で有名) は、太陽観測中に望遠鏡の太陽画像の明るさを低減するための光学フィルタ材料を研究していました。異なる色ガラスのサンプルでテストを行うと、明るさは同じように低減されていましたが、サンプルの中には太陽熱をほとんどまったく通さないことに興味をそそられました。それに対し、他のサンプルでは太陽熱をほとんど透過させ数秒観察するだけで目を損傷する危険があるほどでした。

Herschel は、熱を最大限に減少させると同時に明るさも希望通りに減少させるただ 1 つの素材を見つけるために、ただちに系統だった実験を行う必要あると確信しました。実験は、実際にニュートンのプリズム実験を繰り返す方法で始まりましたが、スペクトルの視覚的な光の分布強度よりも、加熱効果を探すものでした。まず、感度の高い水銀封入ガラス温度計のバルブをインクで黒くし、これを放射線検出器として使用して、太陽光をガラス プリズムに通すことで机の上にさまざまな色のスペクトルを形成させ、その加熱効果をテストしていきました。太陽光の外に置いた他の温度計は、制御の役目を果たしました。

黒くした温度計をスペクトルの色に沿ってゆっくり動かしていくと、青紫の端から赤い端へ向かうにしたがって、温度計の目盛りは一定に上昇していきました。これは、まったくの予想外の結果というわけではありませんでした。イタリアの研究者、Landriani が、すでに 1777 年に似たような実験を行い、同様の

結果を得ていたからです。ただし、Herschelの特筆すべき点は、加熱効果が最大に達するポイントがあるはずであり、スペクトルの可視部分に限定された測定では、このポイントの検索に失敗したと初めて気付いたことにあります。

10398903;a1

図 **18.2** Marsilio Landriani (1746–1815)

温度計を赤いスペクトルの端から暗い領域に動かしたところ、Herschelは温度が引き続き上昇することを確認しました。彼が発見した最高点は、赤色の端を越えたところにありました。これが今日「赤外線波長域」として知られている部分です。

Herschelがこの発見を発表したとき、彼は電磁波スペクトルのこの新しい領域を「熱スペクトル」と表現しました。 Herschel は、その放射そのものを「黒体熱」や単に「不可視光線」と呼びました。皮肉なことに、一般的な見方とは異なり、「赤外線」という用語はHerschelから発しているのではありません。その言葉は 75 年ほど後に印刷物に登場しましたが、依然としてだれから端を発しているかは分かっていません。

Herschel の初期実験でのプリズム ガラスの使用は、赤外線波長域の実在性について、当初同時代の研究者との間に論議を呼びました。別の研究者が、Herschel の研究を実証するため、いろいろな種類のガラスを見境なく使用して、赤外線部の異なる透明性を見出しました。彼の実験によって、Herschelは制限されたガラスの透明性から熱放射の新たな発見に気づきました。彼は、赤外線の研究が反射要素によって排他的に使用される運命にあると結論せざるを得ませんでした。幸いにも、イタリア人の研究者によって、彼の理論の正しさが証明されました。Melloni は、自然岩塩 (NaCl) が赤外線を通すことを発見しました。岩塩は、レンズやプリズムを作ることができるほど大きな天然の結晶です。この結果により、岩塩は主な赤外光学材料となり、1930 年に合成結晶成長の技術が習得されるまで 100 年ほどにわたって使用されました。

10399103;a1

図 **18.3** Macedonio Melloni (1798–1854)

温度計は、放熱検出器として 1829 年まで使用されました。この年に Nobili が熱電対を発明しました。(Herschel の温度計は 0.2 °C まで読むことができましたが、後のモデルでは 0.05 °C まで読むことができるようになりました)その後、飛躍的な進歩があり、Melloni が、複数の熱電対を接続して最初の熱電対列を作成しました。この新しい機器は、当時熱放射の検出に使用されていた温度計の 40 倍以上も感度が高いものでした。人からの熱を 3 メートル離れたところから検出する能力がありました。

初めての「熱写真」の撮影は、John Herschel の研究の結果 1840 年に可能になりました。John Herschel は赤外線の発見者および有名な天文学者の息子であり、親譲りの才能がありました。薄い油膜の蒸発の違いによって、露出した熱パターンを油膜に当てると、反射光によって熱画像を見ることができます。油膜の干渉効果によって肉眼で画像を確認できます。John は、紙に熱画像の簡単な記録を取ることも考案し、「サーモグラフ」と呼びました。

10399003;a2

図 **18.4** Samuel P. Langley (1834–1906)

赤外線検出器の感度の向上は、非常にゆっくりしたものでした。次の飛躍的な前進は、Langley によるもので、1880 年にボロメータが発明されました。この装置は、ホイートストン ブリッジ回路の 1 つのアームに接続された白金の黒い薄片で構成され、その上に赤外線が焦点を合わせ、それに対して感度の高い検流計が反応するものです。この装置では、400 メートル離れたところにいる牛の熱を検出できたと言われています。

英国の科学者、James Dewar 卿は初めて液化ガスを冷却材 (たとえば、温度が -196 °C の液体窒素) として使用し、低温調査を行いました。1892 年に彼は特殊な真空断熱コンテナを発明し、液化ガスを数日保管できるようにしました。よく使われている「魔法瓶」は、彼の発明が元になっており、熱い飲み物や冷たい飲み物を保存しておくことができます。

1900 年から 1920 年の間に、世界の発明者たちが赤外線を「発見」しました。多くの特許が、人、大砲、飛行機、船や氷山を検出する機器のために発行されました。近代において、最初の操作システムは 1914 年から 1918 年の戦争中に開発され始め、両陣営において軍事目的で赤外線の研究プログラムが進められました。これらのプログラムには、敵の侵入の検出、遠隔温度検出、確実な通信、ミサイル誘導のための実験的なシステムが含まれます。この期間にテストされた赤外線検知システムは、接近してくる飛行機であれば 1.5 キロメートル、人であれば 300 メートル離れたところから検出できました。

この時代までのほとんどの検知システムはボロメータのさまざまな概念を元にしたものでしたが、次の大戦までの期間に、画像変換機と光子検出器という 2 つの革新的な赤外線検出器が開発されました。当初、歴史上初めて見張りが実際の暗闇でも見ることができようになったため、軍事面から画像変換機は大きな注目を受けました。ただし、画像変換機の感度は赤外線波長域の付近に限定されており、ほとんどの軍事標的 (兵士など) は赤外線検出ビームで照らされている必要がありました。これは、見張りの場所を同じように装備している敵の見張りに明らかにしてしまう危険があったため、画像変換機への軍事面での関心が薄れていったのは当然のことと言えます。

「能動的」熱画像システム (検出ビームが必要) の軍事戦術的に不利な点によって、続く 1939 年から 1945 年までの戦争で研究に拍車がかかり、多くの軍事特殊機関が赤外線検知プログラムで、非常に繊細な光子検出機による「受動」システム (検出ビーム不要) を開発するようになりました。この期間は、軍事機密規則によって、熱画像技術の状況の公開が完全に禁止されるようになりました。1950 年半ばに機密が解除されるようになり、このときから民間の科学者や産業で、十分の熱画像機器がついに使用できるようになりました。

19 サーモグラフィの理論

19.1 はじめに

赤外線の被写体と関連するサーモグラフィ技術は、赤外線カメラを使用しようとしている多くの人々にとって未だ新しいままです。このセクションでは、サーモグラフィの背後にある理論について説明します。

19.2 電磁スペクトル

電磁スペクトルは、バンドと呼ばれる多数の波長領域に任意に分割され、赤外線の生成および検出に使用する方式で識別されます。電磁スペクトルのさまざまなバンドにある赤外線は基本的に同じです。赤外線はすべて同じ法則で規定されており、波長による違いがあるのみです。

10067803;a1

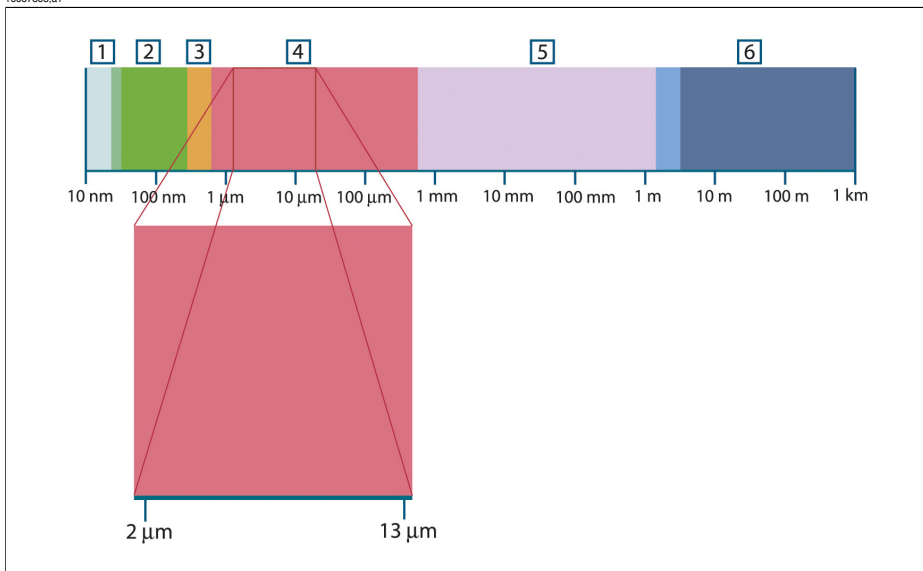



図 **19.1** 電磁スペクトル。**1**： X 線、**2**：UV、**3**：可視像、**4**：熱画像、**5**：マイクロ波、**6**：電波。

サーモグラフィは赤外線スペクトル バンドを利用します。短波長の末端部では、境界は可視光の限界点に深い赤色で存在します。長波長の末端部では、境界はミリメートルの範囲でマイクロ波の電波長と融合します。

多くの場合、赤外線バンドはさらに4つの小さなバンドに再分割されます。こうしたバンドの境界も任意に選択されます。そうしたバンドには、*近赤外線* (0.75–3 µm)、*中赤外線* (3–6 µm)、*遠赤外線* (6–15 µm) および*極赤外線* (15–100

µm) があります。波長は µm (マイクロメートル) で提供されますが、このスペクトル範囲での測定には他の単位も未だよく使用されています (*例:* ナノメートル (nm)、オングストローム (Å)。

それぞれの波長測定値の関係は次のとおりです。

$$10\ 000\ \text{Å} = 1\ 000\ \text{nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

19.3 黒体放射

黒体とは、任意の波長にて、黒体上に衝突する放射線をすべて吸収する物体のことです。放射線を発散する物体に関して明らかに誤った呼び名である「*黒*」については、Kirchhoff の原則 (*Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887 より命名) で説明されています。この原則には、任意の波長にてすべての放射線を吸収できる物体は、放射線の発散も同様に可能であると記載されています。

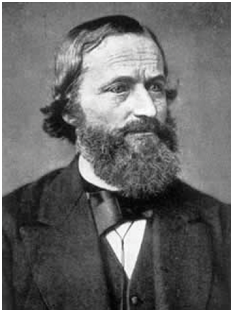



図 **19.2** Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

黒体源の構造は原理的には非常に単純です。不透明な吸収素材で作られた均一温度の空洞にある開口部の放射特性は、黒体の特性とほぼ同じです。完全な放射線吸収体へのこの法則の実際の用途には、いずれかの側面にある開口部を除いて光を遮断された箱があります。その穴に入り込む放射線は、反射が繰り返されることによって分散され吸収されるため、微量の断片のみが場合によっては逃れられる程度です。開口部で取得される黒度は、黒体とほぼ等しく、すべての波長に対してほぼ最適です。

こうした均一温度の空洞に適切なヒーターを備えると、空洞は*空洞放射体*と呼ばれるものになります。均一の温度に暖められた均一温度の空洞は黒体放射を生成します。この黒体放射の特徴は、空洞の温度のみにより決まります。こうした空洞放射体は一般的に、ラボにて温度基準ゲージの放射源として、たとえば FLIR Systems カメラなどのサーモグラフィ機器のキャリブレートに使用されます。

黒体放射の温度が 525°C (977°F) を超えると、光源が見えるようになり始め、目にはもはや黒とは写らなくなります。これは放射体の初期の赤い熱温度であり、さらに温度が上昇するにつれてオレンジや黄色になります。実際、物体のいわゆる*色温度*とは、同じ色を得るために黒体が熱せられる必要がある温度と定義されています。

ここで、黒体から発散される放射線を説明する 3 つの式について考えてみましょう。

19.3.1 Planck の法則

10399203;a1

図 **19.3** Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) は、黒体からの放射線のスペクトル分布を次の演算式を使用して説明することができました。

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{hc/\lambda kT} - 1\right)} \times 10^{-6} [Watt / m^2, \mu m]$$

ここで、

$W_{\lambda b}$	波長 λ での黒体スペクトル放射発散度。
c	光速 = 3 × 10^8 m/s
h	Planck の定数 = 6.6 × 10^{-34} ジュール秒
k	Boltzmann の定数 = 1.4 × 10^{-23} ジュール/K。
T	黒体の絶対温度 (K)。
λ	波長 (μm)。

➲ カーブのスペクトル放射はW/m²、µmで表現されるため、10^{-6}の係数が使用される。

さまざまな温度をグラフで描画すると、Planckの演算式は一連の曲線を生成します。いずれかの特定の Planck 曲線に従い、スペクトル発散度は λ = 0 にてゼロとなり、急速に上昇して波長 λ_{max} にて最大となります。これを通過すると、非常に長い波長にて再度ゼロに近づきます。温度が上昇するにつれて、最大値が発生する波長は短くなります。

10327103;a4

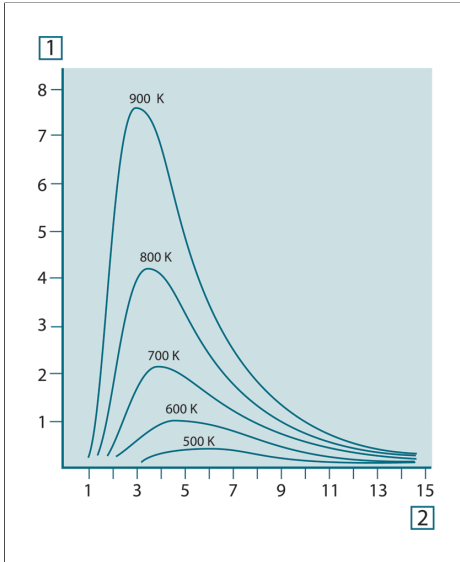



図 **19.4** Planck の法則に従ってさまざまな絶対温度に対して描画された黒体スペクトル放射発散度。**1**： スペクトル放射発散度 (W/cm² × 10³(µm))、**2**： 波長 (µm)

19.3.2 Wien の変位の法則

λに関してPlanckの演算式を差別化し、最大値を見つけると、次の演算式が得られます。

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T}[\mu m]$$

これは、Wien の演算式 (*Wilhelm Wien*, 1864–1928 より命名) であり、熱放射体の温度が上昇するにつれて色が赤からオレンジまたは黄色へ変化する一般的な観察を数学的に表したものです。色の波長は λ_{max} に対して計算される波長と同じです。任意の黒体温度の λ_{max} 値の適切な近似値は、経験則 3 000/T µm を適用することで得られます。そのため、青みがかった白色の光を発散するシリウスなどの非常に熱い星 (11 000 K) は、0.27 µm の波長にて、不可視の紫外線スペクトル内で発生するスペクトル放射発散度のピークで放射します。

10399403;a1

図 **19.5** Wilhelm Wien (1864–1928)

太陽 (約 6 000 K) は可視光スペクトルの中間の約 0.5 µm をピークとして黄色の光を発散します。

室温 (300 K) では、放射発散度のピークは遠赤外線にて 9.7 µm であり、液体窒素の温度 (77 K) では、ほぼ微少な量の放射発散度は超赤外線波長にて 38 µm となります。

10327203;a4

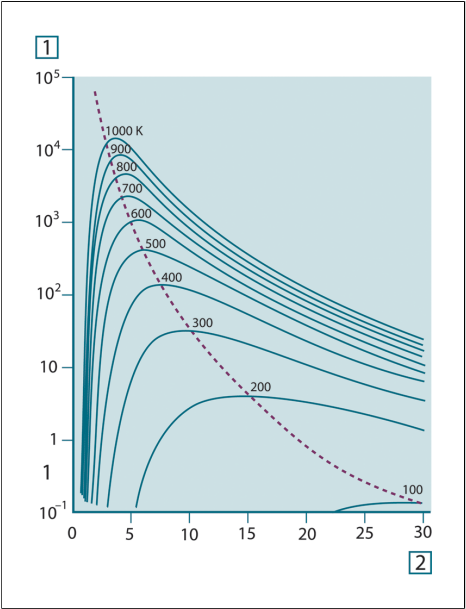



図 **19.6** 100 K から 1000 K までの半対数目盛で描画された Planckian の曲線。点線は、Wien の変位の法則で説明した各温度での最大放射発散度の軌跡を表しています。**1**： スペクトル放射発散度 (W/cm^2 (µm))、**2**：波長 (µm)。

19.3.3 Stefan-Boltzmann の法則

Planck の演算式を λ = 0 から λ = ∞ に積算すると、以下の黒体の総合放射発散度 (W_b) が得られます。

$$W_b = \sigma T^4 \ [\mathrm{Watt/m^2}]$$

これは、Stefan-Boltzmann の演算式 (*Josef Stefan* (1835 年 ～ 1893 年) および *Ludwig Boltzmann* (1844 年 ～ 1906 年より命名) であり、黒体の総合放射力がその絶対温度の 4 の累乗と比例することを表しています。グラフ化すると、W_b は、特定の温度に対する Planck の曲線の下部の領域を表しています。λ = 0 から λ_{max} までの間隔の放射発散度は全体の 25% のみであることが示され、これは可視光スペクトル内に入る太陽の放射線量とほぼ同じです。

10399303;a1

図 **19.7** Josef Stefan (1835–1893)、および Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Stefan-Boltzmann の演算式を使用して、300 K の温度および約 2 m² の外面エリアで人体から放射される力を計算すると、1 kW となります。体温または衣服を追加した温度と大きく異ならない室温では、周囲表面からの放射線の補正吸収がなければ、この力損失を維持することはできません。

19.3.4 非黒体発散体

これまで、黒体放射体および黒体放射について説明してきました。しかし、実際の物体はほとんどの場合、特定のスペクトル間隔では黒体の性質に近づくことはありますが、拡張された波長領域を超えるとこうした法則には当てはまりません。たとえば、ある種の白色塗料が可視光スペクトルにおいて完全な*白*に見える場合がありますが、約 2 µm では「*灰色*」に、3 µm を超えると、ほぼ「*黒*」になります。

実際の物体が黒体のように振舞わなくさせる、起こりうるプロセスは3つあります。つまり、入射放射線の成分 α は吸収され、成分 ρ は反射し、成分 τ は透過されます。こうした3つの成分すべては多かれ少なかれ波長に依存しているため、下付き文字λは、その定義のスペクトル依存性を暗示するために使用されています。そのため、

- 分光吸収率 α_{λ} = 物体に入射する分光放射と物体が吸収する分光放射の比。
- 分光反射率 ρ_{λ} = 物体に入射する分光放射と物体が反射する分光放射の比。
- 分光透過率 τ_{λ} = 物体に入射する分光放射と物体を透過する分光放射の比。

これら3つの要因の合計は必ず任意の波長における全体となるため、次の関係が成り立ちます。

$$\alpha_{\lambda} + \rho_{\lambda} + \tau_{\lambda} = 1$$

不透明な素材では τ_{λ} = 0 であり、関係は次のように簡素化されます。

$$\alpha_{\lambda} + \rho_{\lambda} = 1$$

放射率と呼ばれる別の成分は、特定の温度にて物体が生成する黒体の放射放射率の成分 ε を説明するのに必要となります。よって、次の定義が得られます。

分光放射率 ε_{λ} = 同一の温度および波長において黒体から発せられる分光放射と物体から発せられる分光放射の比。

数学的に表現すると、これは、物体の分光放射率と黒体の分光放射率の比として次のように記載できます。

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

一般的に、放射源には3つの種類があり、それぞれの分光放射率が波長に応じて変化する方法によって識別されます。

- 黒体、ε_{λ} = ε = 1
- 灰色体、ε_{λ} = ε = 1 未満の定数
- 選択放射体、ε は波長に応じて変化する

Kirchhoff の法則によると、どんな素材の場合も、物体の分光放射率と分光吸収率は、任意の特定の温度および波長では等価となります。つまり、

$$\varepsilon_{\lambda} = \alpha_{\lambda}$$

得られた結果から、不透明な素材の場合は次のようになります (α_{λ} + ρ_{λ} = 1 であるため)。

$$\varepsilon_{\lambda} + \rho_{\lambda} = 1$$

よく磨かれた素材の場合、ε_{λ} はゼロに近づき、完全な反射素材 (*例:* 完璧な鏡) の場合は次のようになります。

$$\rho_{\lambda} = 1$$

灰色体放射体の場合、Stefan-Boltzmann の演算式は次のようになります。

$$W = \varepsilon\sigma T^4 \; [\mathrm{Watt/m^2}]$$

これは、灰色体の総放射が、灰色体からのεの値に比例して低下させた同じ温度での黒体と同じになることを示しています。

10401203;a2

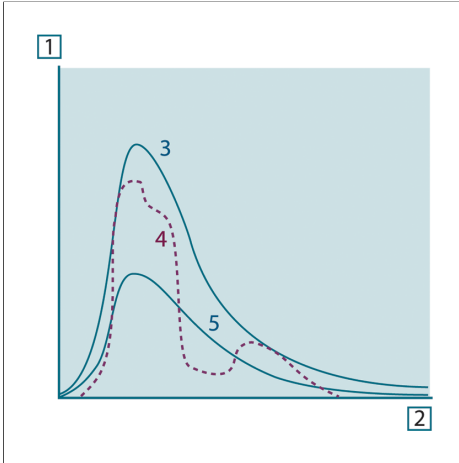



図 **19.8** 3種類の放射体の分光放射放射率。**1**： 分光放射放射率、**2**：波長、**3**：黒体、**4**：選択放射体、**5**：灰色体。

10327303;a4

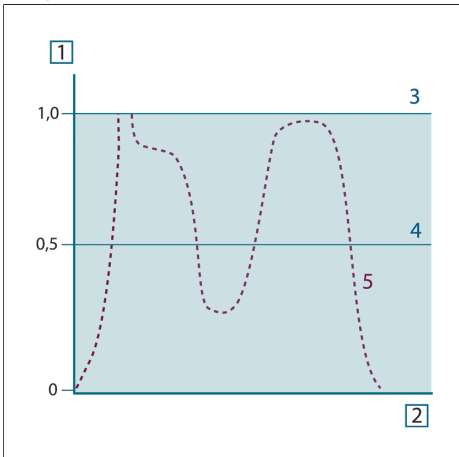



図 **19.9** 3 種類の放射体の分光放射率。**1**： 分光放射率、**2**：波長、**3**：黒体、**4**：灰色体、**5**：選択放射体。

19.4 赤外線半透過性素材

次に、非金属の半透過体、つまり、厚いプラスチック素材の平板などについて考えてみましょう。板を熱すると、その体積内で生成される放射線は、一部を吸収されながら素材を通して表面に向かって働きます。さらに、放射線が表面に達すると、そのうちのいくらかは内部に反射し戻されます。反射しもどされた放射線はふたたび一部が吸収されながら、反対側の表面に到達し、その表面からほとんどの放射線は脱出し、一部は再度反射し戻されます。この累進的な反射はだんだん弱くなりますが、板の総放射率を得る際にはすべてを総計する必要があります。結果として得られる等比級数を合計すると、半透過性の板の有効な放射率は次のようになります。

$$\varepsilon_\lambda = \frac{(1-\rho_\lambda)(1-\tau_\lambda)}{1-\rho_\lambda\tau_\lambda}$$

板が不透明となると、この演算式は単一の演算式に縮小されます。

$$\varepsilon_\lambda = 1-\rho_\lambda$$

この最終的な関係式は、放射率を直接測定するより反射率を測定するほうが容易である場合も多いため、特に便利な式です。

20 測定演算式

すでに述べたとおり、物体を表示する場合、カメラが受け取る放射線は物体自体からだけではありません。物体表面を介して反射される周辺からの放射線も収集されます。これらの 2 つの放射線の影響は、測定過程に存在する大気によってある程度吸収されます。さらに、大気自体からの3つ目の放射線の影響が加わります。

測定状態についてのこの説明は、下図に示すとおり、現実の測定においても同様です。無視されたものには、たとえば、大気中に分散する太陽光や視界外部のきわめて強い放射線源からの迷放射線などがありえます。しかし、こうした妨害は定量化が難しく、ほとんどの場合、それらは無視できるほどに小さいものです。無視できない場合、測定構成は、少なくとも教育を受けたオペレータには妨害のリスクが明白である場合が多いのです。その場合、たとえば、測定の向きを変更したり、きわめて強い放射線源を遮断したりして妨害を避けるために測定状態を修正するのはオペレータの対応力となります。

下図を使用して、キャリブレートしたカメラ出力からの物体温度を計算するための演算式を得ることができます。

10400503;a1

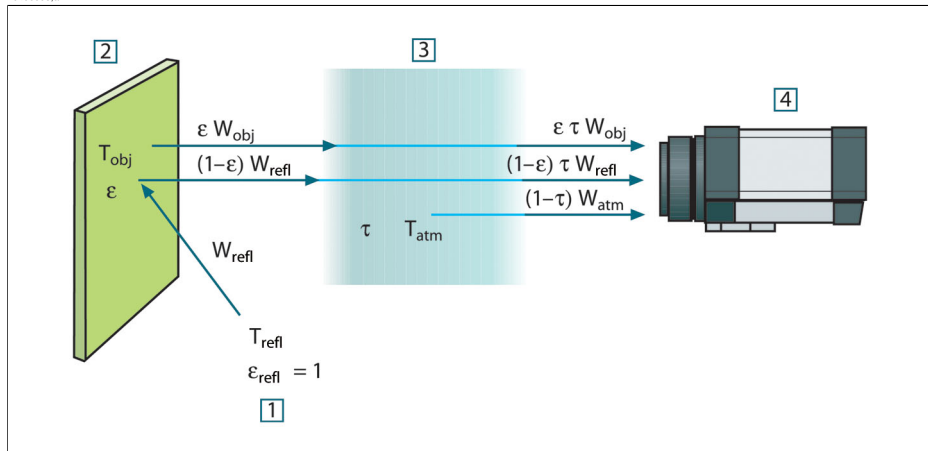



図 **20.1** 一般的なサーモグラフィ測定状態の図式表示。**1**：周辺、**2**：物体、**3**：大気、**4**：カメラ

短距離上にある温度 T_{source} の黒体源から受け取られる放射 W により、放射入力 (放射リニア カメラ) と比例するカメラ出力信号 U_{source} が生成されます。ここで次の式が成り立ちます (方程式 1)。

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

または、簡易表記では次のようになります。

$$U_{source} = CW_{source}$$

ここで、C は定数を表します。

そのため、放射線源が放射率 ε の灰色体である場合、受け取られる放射線は εW_{source} となります。

ここで、収集される 3 つの放射力条件を定義できます。

1 – 物体からの発散度 = $\varepsilon\tau W_{obj}$、ここで ε は物体からの発散量を表し、τ は大気の伝達率を表します。物体温度は、T_{obj} です。

2 – 外気源からの反射発散度 = $(1 – \varepsilon)\tau W_{refl}$、ここで (1 – ε) は物体の反射度を表します。外気源の温度は T_{refl} です。

温度 T_{refl} は、物体表面上のあるポイントから見える半球内にあるすべての発散表面の温度と同じであると想定されています。もちろん、時にこれは実際の状態を簡素化したものとなります。ただし、これは有効な演算式を得るには必要な簡素化であり、T_{refl} は (少なくとも論理的には) 複雑な周囲の有効な温度を表した値として付与できます。

また、周囲の放射率を 1 と想定していることにも注意してください。これは、Kirchhoff の法則に則った適切な値です。周囲表面上に衝突するすべての放射線は、最終的にその同じ表面によって吸収されます。そのため、放射率は 1 となります。(ただし、最近の論議では、物体周辺の全球を考慮する必要があると言われています。)

3 – 大気からの発散度 = $(1 – \tau)\tau W_{atm}$、ここで (1 – τ) は大気の放射率を表します。大気の温度は、T_{atm} です。

受け取られる総放射力は次のように記述できます (方程式 2)。

$$W_{tot} = \varepsilon\tau W_{obj} + (1-\varepsilon)\tau W_{refl} + (1-\tau)W_{atm}$$

各条件に方程式 1 の定数 C を掛け、同方程式に従い、対応する U で CW の積を置き換えると、次の式が得られます (方程式 3)。

$$U_{tot} = \varepsilon\tau U_{obj} + (1-\varepsilon)\tau U_{refl} + (1-\tau)U_{atm}$$

U_{obj} に対して方程式 3 を解くと次のようになります (方程式 4)。

$$U_{obj} = \frac{1}{\varepsilon\tau}U_{tot} - \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}U_{refl} - \frac{1-\tau}{\varepsilon\tau}U_{atm}$$

これは、すべての FLIR Systems サーモグラフィ機器で使用される一般的な測定演算式です。演算式の電圧は次のようになります。

図 **20.2** 電圧

U_{obj}	温度 T_{obj} の黒体に対する計算されたカメラ出力電圧。例: 実際の要求された物体温度に直接変換できる電圧。
U_{tot}	実際の測定されたカメラ出力電圧。
U_{refl}	キャリブレーション応じた、温度 T_{refl} の黒体に対する論理上のカメラ出力電圧。
U_{atm}	キャリブレーション応じた、温度 T_{atm} の黒体に対する論理上のカメラ出力電圧。

操作時には、計算には多数のパラメータ値を入力する必要があります。

- 物体の放射率 ε
- 相対湿度
- T_{atm}
- 物体の距離 (D_{obj})
- 物体周辺の (有効な) 温度または反射周辺温度 T_{refl}
- 大気の温度 T_{atm}

実際の正確な放射率や大気伝達率の値を見つけるのは通常容易ではないため、オペレータにとってこれは時に困難な作業となる場合があります。周辺に大量の強力な放射線源がない場合、これら 2 つの温度は通常問題にはなりません。

この関係において問題となるのは、こうしたパラメータの正しい値を知ることの重要性についてです。しかし、いくつかの異なる測定を検討したり、3 つの放射線条件の相対的な重要性を比較することで、こうした問題がすでに存在するという印象を受けるのは興味深いこととも言えます。どのパラメータの適切な値をいつ使用することが重要かということについての指針を与えてくれるからです。

この後に示す図では、3 つの異なる物体温度、2 つの放射率、および 2 つのスペクトル範囲 (SW と LW) に対して 3 つの放射線が与える影響の相対的な重要性を示しています。残りのパラメータには次の固定値があります。

- $\tau = 0.88$
- T_{refl} = +20°C
- T_{atm} = +20°C

最初の測定では「妨害」放射線源は比較的強力であるため、低い物体温度の測定は、高温の測定より重要であることは明白です。物体の放射率も低い場合、状態はずっと難しくなります。

ここでやっと、補外法と呼ばれる最高キャリブレーション ポイントより上のキャリブレーション曲線を使用できるようにすることの重要性についての質問に答えることができます。ある測定にて、U_{tot} = 4.5 ボルトを測定していると想定してみます。カメラの最高キャリブレーション ポイントは、4.1 ボルト、オペレータの知らない値の順でした。そのため、物体がたまたま黒体 (例: U_{obj} = U_{tot}) である場合であっても、実際には 4.5 ボルトを温度に変換する際のキャリブレーション曲線を補外法で推定することになります。

ここで、物体が黒ではなく、0.75 の放射率と途中の大気が 0.92 の伝達率を持っていると想定します。また、方程式 4 の 2 つの第二条件は総計で 0.5 ボルトであると想定します。方程式 4 を使用した U_{obj} の計算結果は、U_{obj} = 4.5 / 0.75 / 0.92 – 0.5 = 6.0 となります。これは、特にビデオ増幅器の出力制限が 5 ボルトである可能性があることを考えると、非常に過激な補外法といえます。ただし、このキャリブレーション曲線の応用は、電気的制限などが存在しない論理的手順であることに注意してください。カメラに信号制限がなく、5 ボルトよりずっと上の値でキャリブレートされた場合、FLIR Systems アルゴリズムのようにキャリブレーション アルゴリズムが放射物理学に基づいているなら、結果曲線は 4.1 ボルトを超えて補外法で推定された実際の曲線とまったく同じになるはずです。もちろん、そうした補外法に対する制限は存在するでしょう。

10400603;a2

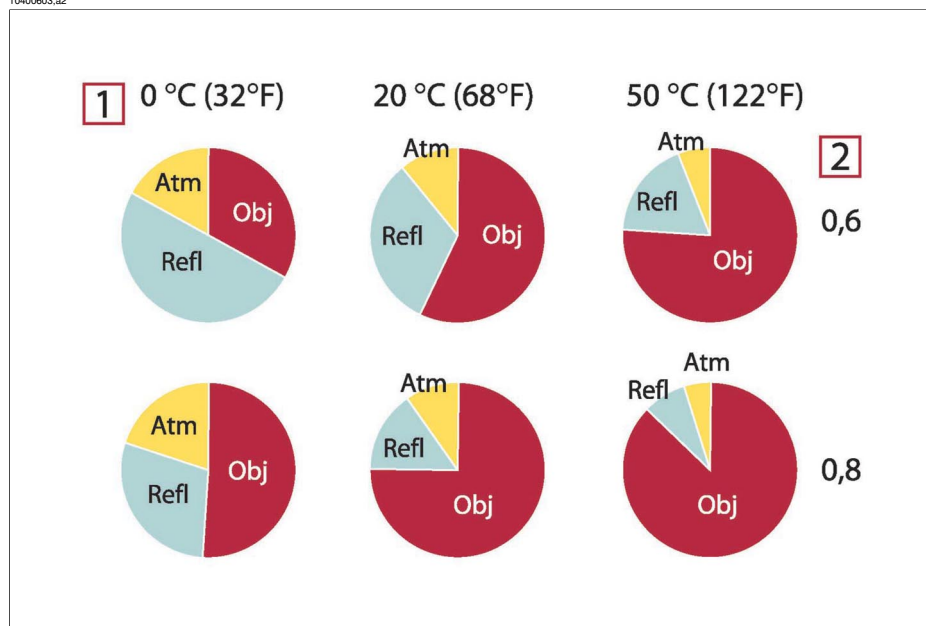



図 **20.3** 変化する測定条件下での放射線源の相対的な大きさ (SW カメラ)。**1:** 対象物の温度範囲、**2:**放射率、**Obj:**物体放射線、**Refl:**反射放射線、**Atm:**黒体放射線。固定パラメータ:τ = 0.88、T_{refl} = 20°C、T_{atm} = 20°C。

10400703;a2

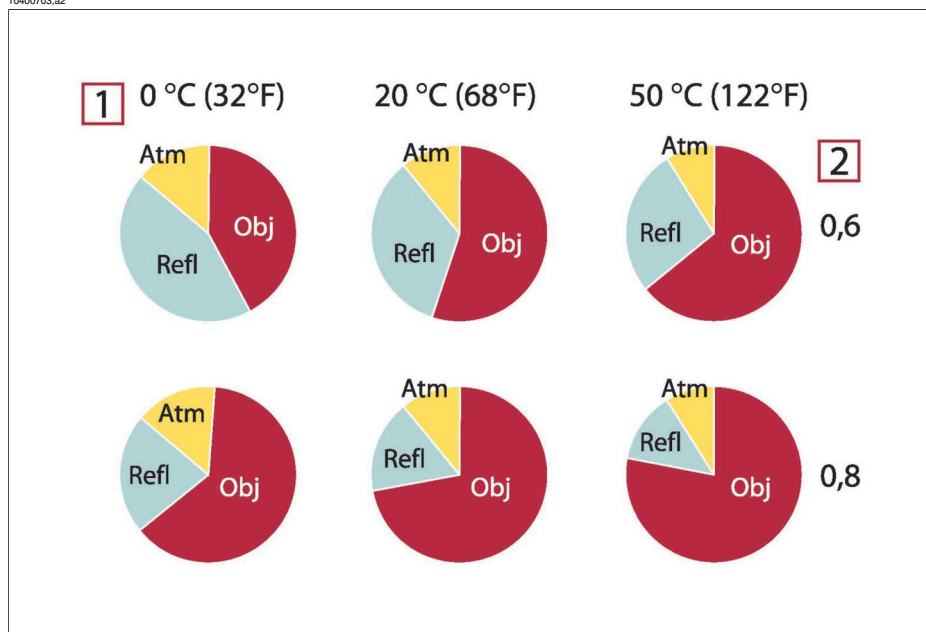



図 **20.4** 変化する測定条件下での放射線源の相対的な大きさ (LW カメラ)。**1:** 対象物の温度範囲、**2:**放射率、**Obj:**物体放射線、**Refl:**反射放射線、**Atm:**黒体放射線。固定パラメータ:τ = 0.88、T_{refl} = 20°C、T_{atm} = 20°C。

21 放射率表

この項では、赤外線の文献および FLIR Systems の測定値からの放射率データを収集したものを提供しています。

21.1 参考文献

1	Mikaél A. Bramson 著 『*Infrared Radiation, A Handbook for Applications*』Plenum press、N.Y
2	William L. Wolfe, George J. Zissis 著 『*The Infrared Handbook*』Office of Naval Research、Department of Navy、Washington, D.C.
3	Madding, R. P. 著 『*Thermographic Instruments and systems*』 Madison、Wisconsin: University of Wisconsin – Extension、Department of Engineering and Applied Science
4	William L. Wolfe 著 『*Handbook of Military Infrared Technology*』Office of Naval Research、Department of Navy、Washington, D.C.
5	Jones、Smith、Probert 共著 『*External thermography of buildings...,*』Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers、vol.110、Industrial and Civil Applications of Infrared Technology、June 1977 London
6	Paljak、Pettersson 共著 『*Thermography of Buildings*』Swedish Building Research Institute、Stockholm 1972
7	Vlcek, J 著 『*Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at λ = 5 µm.* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing』
8	Kern 著 『*Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*』Defence Documentation Center、AD 617 417
9	Öhman、Claes 共著 『*Emittansmätningar med AGEMA E-Box*』 Teknisk rapport, AGEMA 1999. (AGEMA E-Box を使用した放射測定。 テクニカル レポート、AGEMA 1999)
10	Matteï, S、Tang-Kwor, E 共著『*Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between –36°C AND 82°C.*』
11	Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12	ITC Technical publication 32
13	ITC Technical publication 29

21.2 放射率表についての重要な注

以下の表の放射率値は、短波 (SW) カメラを使用して記録されたものです。値は、推奨値としてのみ使用すべきであり、注意して使用する必要があります。

21.3 表

図 **21.1 T:** 合計スペクトル、**SW:** 2–5 µm、**LW:** 8–14 µm、**LLW:** 6.5–20 µm、**1:** 素材、**2:** 仕様、**3:** 温度 (°C)、**4:** スペクトル、**5:** 放射率、**6:** 基準

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
3M タイプ 35	ビニール電気テープ (複数色)	< 80	LW	Ca. 0.96	13
3M タイプ 88	黒ビニール電気テープ	< 105	LW	Ca. 0.96	13
3M タイプ 88	黒ビニール電気テープ	< 105	MW	< 0.96	13
3M タイプ Super 33+	黒ビニール電気テープ	< 80	LW	Ca. 0.96	13
Krylon ウルトラブラック 1602	黒色	最高 175 の室温	LW	Ca. 0.96	12
Krylon ウルトラブラック 1602	黒色	最高 175 の室温	MW	Ca. 0.96	12
Nextel Velvet 811-21 黒	黒色	–60–150	LW	> 0.97	10、11
アスファルト舗装		4	LLW	0.967	8
アスベスト	床タイル	35	SW	0.94	7
アスベスト	板状	20	T	0.96	1
アスベスト	石板	20	T	0.96	1
アスベスト	粉末		T	0.40–0.60	1
アスベスト	紙	40–400	T	0.93–0.95	1
アスベスト	織物		T	0.78	1
アルミニウム	HNO_3 に浸漬、プレート	100	T	0.05	4
アルミニウム	ざらざらの状態	27	3 µm	0.28	3
アルミニウム	ざらざらの状態	27	10 µm	0.18	3
アルミニウム	シート、それぞれに違った傷をつけた 4 つのサンプル	70	LW	0.03–0.06	9

1	2	3	4	5	6
アルミニウム	シート、それぞれに違った傷をつけた 4 つのサンプル	70	SW	0.05–0.08	9
アルミニウム	受入、シート	100	T	0.09	2
アルミニウム	受入、プレート	100	T	0.09	4
アルミニウム	強度に酸化	50–500	T	0.2–0.3	1
アルミニウム	真空蒸着	20	T	0.04	2
アルミニウム	研磨	50–100	T	0.04–0.06	1
アルミニウム	研磨、シート	100	T	0.05	2
アルミニウム	研磨プレート	100	T	0.05	4
アルミニウム	粗い表面	20–50	T	0.06–0.07	1
アルミニウム	金属箔	27	3 μm	0.09	3
アルミニウム	金属箔	27	10 μm	0.04	3
アルミニウム	鋳込、ブラストクリーニング済み	70	LW	0.46	9
アルミニウム	鋳込、ブラストクリーニング済み	70	SW	0.47	9
アルミニウム	長期にわたり風雨にさらした状態	17	SW	0.83–0.94	5
アルミニウム	陽極酸化、明灰色、つやなし	70	LW	0.97	9
アルミニウム	陽極酸化、明灰色、つやなし	70	SW	0.61	9
アルミニウム	陽極酸化、黒、つやなし	70	LW	0.95	9
アルミニウム	陽極酸化、黒、つやなし	70	SW	0.67	9
アルミニウム	陽極酸化シート	100	T	0.55	2
アルミ青銅		20	T	0.60	1
エナメル		20	T	0.9	1

1	2	3	4	5	6
エナメル	漆	20	T	0.85–0.95	1
エボナイト			T	0.89	1
エメリー	荒目	80	T	0.85	1
クロム	研磨	50	T	0.10	1
クロム	研磨	500–1000	T	0.28–0.38	1
コンクリート		20	T	0.92	2
コンクリート	ざらざらの状態	17	SW	0.97	5
コンクリート	乾燥	36	SW	0.95	7
コンクリート	歩道	5	LLW	0.974	8
ゴム	硬質	20	T	0.95	1
ゴム	軟質、灰色、粗目	20	T	0.95	1
スタッコ	粗目、石灰	10–90	T	0.91	1
ステンレス鋼	シート、未処理、多少のひっかき傷	70	LW	0.28	9
ステンレス鋼	シート、未処理、多少のひっかき傷	70	SW	0.30	9
ステンレス鋼	シート、研磨	70	LW	0.14	9
ステンレス鋼	シート、研磨	70	SW	0.18	9
ステンレス鋼	タイプ 18-8、800°C で酸化	60	T	0.85	2
ステンレス鋼	タイプ 18-8、もみ皮研磨	20	T	0.16	2
ステンレス鋼	合金、8% ニッケル、18% クロム	500	T	0.35	1
ステンレス鋼	巻き取り	700	T	0.45	1
ステンレス鋼	砂吹き	700	T	0.70	1
スラグ	ボイラー	0–100	T	0.97–0.93	1
スラグ	ボイラー	200–500	T	0.89–0.78	1
スラグ	ボイラー	600–1200	T	0.76–0.70	1

1	2	3	4	5	6
スラグ	ボイラー	1400–1800	T	0.69–0.67	1
タイル	光沢	17	SW	0.94	5
タングステン		200	T	0.05	1
タングステン		600–1000	T	0.1–0.16	1
タングステン		1500–2200	T	0.24–0.31	1
タングステン	フィラメント	3300	T	0.39	1
タール			T	0.79–0.84	1
タール	紙	20	T	0.91–0.93	1
チタン	540°C で酸化	200	T	0.40	1
チタン	540°C で酸化	500	T	0.50	1
チタン	540°C で酸化	1000	T	0.60	1
チタン	研磨	200	T	0.15	1
チタン	研磨	500	T	0.20	1
チタン	研磨	1000	T	0.36	1
ニクロム	巻き取り	700	T	0.25	1
ニクロム	砂吹き	700	T	0.70	1
ニクロム	金属線、清潔	50	T	0.65	1
ニクロム	金属線、清潔	500–1000	T	0.71–0.79	1
ニクロム	金属線、酸化	50–500	T	0.95–0.98	1
ニッケル	600°C で酸化	200–600	T	0.37–0.48	1
ニッケル	商業的純度、研磨	100	T	0.045	1
ニッケル	商業的純度、研磨	200–400	T	0.07–0.09	1
ニッケル	明マット	122	T	0.041	4
ニッケル	研磨	122	T	0.045	4
ニッケル	酸化	200	T	0.37	2
ニッケル	酸化	227	T	0.37	4
ニッケル	酸化	1227	T	0.85	4

1	2	3	4	5	6
ニッケル	金属線	200–1000	T	0.1–0.2	1
ニッケル	鉄に電気めっき、未研磨	20	T	0.11–0.40	1
ニッケル	鉄に電気めっき、未研磨	22	T	0.11	4
ニッケル	鉄に電気めっき、研磨	22	T	0.045	4
ニッケル	電気めっき、研磨	20	T	0.05	2
ニッケル	電気分解	22	T	0.04	4
ニッケル	電気分解	38	T	0.06	4
ニッケル	電気分解	260	T	0.07	4
ニッケル	電気分解	538	T	0.10	4
ブリキ	シート	24	T	0.064	4
プラスチック	PVC、プラスチックの床、つやなし、構造体	70	LW	0.93	9
プラスチック	PVC、プラスチックの床、つやなし、構造体	70	SW	0.94	9
プラスチック	ガラス繊維薄板 (印刷済みシルクボード)	70	LW	0.91	9
プラスチック	ガラス繊維薄板 (印刷済みシルクボード)	70	SW	0.94	9
プラスチック	ポリウレタン隔離板	70	LW	0.55	9
プラスチック	ポリウレタン隔離板	70	SW	0.29	9
ボール紙	未処理	20	SW	0.90	6
マグネシウム		22	T	0.07	4
マグネシウム		260	T	0.13	4
マグネシウム		538	T	0.18	4

1	2	3	4	5	6
マグネシウム	研磨	20	T	0.07	2
マグネシウム粉			T	0.86	1
モリブデン		600–1000	T	0.08–0.13	1
モリブデン		1500–2200	T	0.19–0.26	1
モリブデン	フィラメント	700–2500	T	0.1–0.3	1
モルタル		17	SW	0.87	5
モルタル	乾燥	36	SW	0.94	7
ワニス	ぶな材の寄木床上	70	LW	0.90–0.93	9
ワニス	ぶな材の寄木床上	70	SW	0.90	9
ワニス	平坦	20	SW	0.93	6
二酸化銅	粉末		T	0.84	1
亜鉛	400°C で酸化	400	T	0.11	1
亜鉛	シート	50	T	0.20	1
亜鉛	研磨	200–300	T	0.04–0.05	1
亜鉛	表面が酸化	1000–1200	T	0.50–0.60	1
亜鉛めっき鉄	シート	92	T	0.07	4
亜鉛めっき鉄	シート、光沢	30	T	0.23	1
亜鉛めっき鉄	シート、酸化	20	T	0.28	1
亜鉛めっき鉄	強度に酸化	70	LW	0.85	9
亜鉛めっき鉄	強度に酸化	70	SW	0.64	9
土	乾燥	20	T	0.92	2
土	水がしみこんだ状態	20	T	0.95	2
塗料	8色で品質もさまざま	70	LW	0.92–0.94	9
塗料	8色で品質もさまざま	70	SW	0.88–0.96	9

1	2	3	4	5	6
塗料	アルミニウム、さまざまな経過年数	50–100	T	0.27–0.67	1
塗料	オイル ベース、平均 16 色	100	T	0.94	2
塗料	カドミウム イエロー		T	0.28–0.33	1
塗料	クロム緑		T	0.65–0.70	1
塗料	コバルト ブルー		T	0.7–0.8	1
塗料	プラスチック、白	20	SW	0.84	6
塗料	プラスチック、黒	20	SW	0.95	6
塗料	油	17	SW	0.87	5
塗料	油、多色	100	T	0.92–0.96	1
塗料	油、灰色光沢	20	SW	0.96	6
塗料	油、灰色平坦	20	SW	0.97	6
塗料	油、黒光沢	20	SW	0.92	6
塗料	油、黒色平坦	20	SW	0.94	6
壁紙	薄い模様、明灰色	20	SW	0.85	6
壁紙	薄い模様、赤	20	SW	0.90	6
布	黒	20	T	0.98	1
木材		17	SW	0.98	5
木材		19	LLW	0.962	8
木材	ベニヤ合板、平滑、乾燥	36	SW	0.82	7
木材	ベニヤ合板、未処理	20	SW	0.83	6
木材	地面		T	0.5–0.7	1
木材	松材、4つのサンプル	70	LW	0.81–0.89	9

1	2	3	4	5	6
木材	松材、4つのサンプル	70	SW	0.67–0.75	9
木材	白、湿った状態	20	T	0.7–0.8	1
木材	面状	20	T	0.8–0.9	1
木材	面状ぶな材	20	T	0.90	2
木材	面状ぶな材	70	LW	0.88	9
木材	面状ぶな材	70	SW	0.77	9
水	1 層 >0.1 mm の厚さ	0–100	T	0.95–0.98	1
水	氷、滑らか	–10	T	0.96	2
水	氷、滑らか	0	T	0.97	1
水	氷、表面に多量の霜	0	T	0.98	1
水	蒸留	20	T	0.96	2
水	雪		T	0.8	1
水	雪	–10	T	0.85	2
水	霜の結晶体	–10	T	0.98	2
水酸化アルミニウム	粉末		T	0.28	1
氷: 水を参照					
油、潤滑用	0.025 mm の薄膜	20	T	0.27	2
油、潤滑用	0.050 mm の薄膜	20	T	0.46	2
油、潤滑用	0.125 mm の薄膜	20	T	0.72	2
油、潤滑用	ニッケルベース上の薄膜: ニッケル ベースのみ	20	T	0.05	2
油、潤滑用	厚塗り	20	T	0.82	2
漆	3色でアルミニウム上に吹き付け	70	LW	0.92–0.94	9
漆	3色でアルミニウム上に吹き付け	70	SW	0.50–0.53	9

1	2	3	4	5	6
漆	ざらざらの表面上のアルミニウム	20	T	0.4	1
漆	フェノール樹脂	80	T	0.83	1
漆	白	40–100	T	0.8–0.95	1
漆	白	100	T	0.92	2
漆	耐熱	100	T	0.92	1
漆	黒、つやあり、鉄に吹き付け	20	T	0.87	1
漆	黒、つやなし	40–100	T	0.96–0.98	1
漆	黒、マット	100	T	0.97	2
漆喰		17	SW	0.86	5
漆喰	石膏ボード、未処理	20	SW	0.90	6
漆喰	粗目コート	20	T	0.91	2
炭素	ろうそくの煤煙	20	T	0.95	2
炭素	油煙	20–400	T	0.95–0.97	1
炭素	炭粉		T	0.96	1
炭素	黒鉛、表面にやすりをかけたもの	20	T	0.98	2
炭素	黒鉛粉		T	0.97	1
煉瓦	アルミナ	17	SW	0.68	5
煉瓦	シリカ、95% SiO_2	1230	T	0.66	1
煉瓦	シリマナイト、33% SiO_2、64% Al_2O_3	1500	T	0.29	1
煉瓦	ディナス シリカ、低光沢、ざらざらの状態	1000	T	0.80	1
煉瓦	ディナス シリカ、光沢、ざらざらの状態	1100	T	0.85	1

1	2	3	4	5	6
煉瓦	ディナス シリカ、耐火	1000	T	0.66	1
煉瓦	共通	17	SW	0.86–0.81	5
煉瓦	石造り	35	SW	0.94	7
煉瓦	石造り、漆喰	20	T	0.94	1
煉瓦	耐水	17	SW	0.87	5
煉瓦	耐火、わずかに放射	500–1000	T	0.65–0.75	1
煉瓦	耐火、コランダム	1000	T	0.46	1
煉瓦	耐火、マグネサイト	1000–1300	T	0.38	1
煉瓦	耐火、強度に放射	500–1000	T	0.8–0.9	1
煉瓦	耐火煉瓦	17	SW	0.68	5
煉瓦	耐火粘土	20	T	0.85	1
煉瓦	耐火粘土	1000	T	0.75	1
煉瓦	耐火粘土	1200	T	0.59	1
煉瓦	赤、ざらざらの状態	20	T	0.88–0.93	1
煉瓦	赤、共通	20	T	0.93	2
発泡スチロール	絶縁	37	SW	0.60	7
白金		17	T	0.016	4
白金		22	T	0.03	4
白金		100	T	0.05	4
白金		260	T	0.06	4
白金		538	T	0.10	4
白金		1000–1500	T	0.14–0.18	1
白金		1094	T	0.18	4
白金	リボン	900–1100	T	0.12–0.17	1
白金	純粋、研磨	200–600	T	0.05–0.10	1

1	2	3	4	5	6
白金	金属線	50–200	T	0.06–0.07	1
白金	金属線	500–1000	T	0.10–0.16	1
白金	金属線	1400	T	0.18	1
皮膚	人間	32	T	0.98	2
皮革	褐色		T	0.75–0.80	1
真鍮	80 グリットのエメリーで摩擦	20	T	0.20	2
真鍮	600°C で酸化	200–600	T	0.59–0.61	1
真鍮	つやなし、変色	20–350	T	0.22	1
真鍮	シート、エメリーにて処理	20	T	0.2	1
真鍮	シート、巻き取り	20	T	0.06	1
真鍮	十分に研磨済み	100	T	0.03	2
真鍮	研磨	200	T	0.03	1
真鍮	酸化	70	SW	0.04–0.09	9
真鍮	酸化	70	LW	0.03–0.07	9
真鍮	酸化	100	T	0.61	2
石灰			T	0.3–0.4	1
石膏		20	T	0.8–0.9	1
砂			T	0.60	1
砂		20	T	0.90	2
砂岩	ざらざらの状態	19	LLW	0.935	8
砂岩	研磨	19	LLW	0.909	8
磁器	光沢	20	T	0.92	1
磁器	白、つやあり		T	0.70–0.75	1
粘土	燃焼	70	T	0.91	1
紙	4 色	70	LW	0.92–0.94	9
紙	4 色	70	SW	0.68–0.74	9
紙	白	20	T	0.7–0.9	1

1	2	3	4	5	6
紙	白、3種類の光沢	70	LW	0.88–0.90	9
紙	白、3種類の光沢	70	SW	0.76–0.78	9
紙	白色接着剤	20	T	0.93	2
紙	緑		T	0.85	1
紙	赤		T	0.76	1
紙	青、暗色		T	0.84	1
紙	黄色		T	0.72	1
紙	黒		T	0.90	1
紙	黒、つやなし		T	0.94	1
紙	黒、つやなし	70	LW	0.89	9
紙	黒、つやなし	70	SW	0.86	9
紙	黒漆で上塗り		T	0.93	1
繊維板	チップボード	70	LW	0.89	9
繊維板	チップボード	70	SW	0.77	9
繊維板	メゾナイト	70	LW	0.88	9
繊維板	メゾナイト	70	SW	0.75	9
繊維板	多孔、未処理	20	SW	0.85	6
繊維板	硬質、未処理	20	SW	0.85	6
花崗岩	ざらざらの状態	21	LLW	0.879	8
花崗岩	ざらざらの状態、4つのサンプル	70	LW	0.77–0.87	9
花崗岩	ざらざらの状態、4つのサンプル	70	SW	0.95–0.97	9
花崗岩	研磨	20	LLW	0.849	8
酸化アルミニウム	活性、粉末		T	0.46	1
酸化アルミニウム	純粋、粉末(アルミナ)		T	0.16	1
酸化ニッケル		500–650	T	0.52–0.59	1

1	2	3	4	5	6
酸化ニッケル		1000–1250	T	0.75–0.86	1
酸化銅	赤、粉末		T	0.70	1
金	入念に研磨	200–600	T	0.02–0.03	1
金	十分に研磨済み	100	T	0.02	2
金	研磨	130	T	0.018	1
鉄、鋳込	600°C で酸化	200–600	T	0.64–0.78	1
鉄、鋳込	インゴット	1000	T	0.95	1
鉄、鋳込	未加工	900–1100	T	0.87–0.95	1
鉄、鋳込	機械仕上げ	800–1000	T	0.60–0.70	1
鉄、鋳込	液状	1300	T	0.28	1
鉄、鋳込	研磨	38	T	0.21	4
鉄、鋳込	研磨	40	T	0.21	2
鉄、鋳込	研磨	200	T	0.21	1
鉄、鋳込	酸化	38	T	0.63	4
鉄、鋳込	酸化	100	T	0.64	2
鉄、鋳込	酸化	260	T	0.66	4
鉄、鋳込	酸化	538	T	0.76	4
鉄、鋳込	鋳造	50	T	0.81	1
鉄鋼	ざらざらの状態、平面	50	T	0.95–0.98	1
鉄鋼	つやあり、腐食	150	T	0.16	1
鉄鋼	つやあり酸化層、シート	20	T	0.82	1
鉄鋼	低温巻き取り	70	LW	0.09	9
鉄鋼	低温巻き取り	70	SW	0.20	9
鉄鋼	加工済み、入念に研磨	40–250	T	0.28	1
鉄鋼	巻き取り、処理したて	20	T	0.24	1
鉄鋼	巻き取りシート	50	T	0.56	1

1	2	3	4	5	6
鉄鋼	強度に酸化	50	T	0.88	1
鉄鋼	強度に酸化	500	T	0.98	1
鉄鋼	接地シート	950–1100	T	0.55–0.61	1
鉄鋼	新たにエメリーにて処理	20	T	0.24	1
鉄鋼	研磨	100	T	0.07	2
鉄鋼	研磨	400–1000	T	0.14–0.38	1
鉄鋼	研磨したシート	750–1050	T	0.52–0.56	1
鉄鋼	赤錆の付いた状態	20	T	0.61–0.85	1
鉄鋼	赤錆付き、シート	22	T	0.69	4
鉄鋼	酸化	100	T	0.74	1
鉄鋼	酸化	100	T	0.74	4
鉄鋼	酸化	125–525	T	0.78–0.82	1
鉄鋼	酸化	200	T	0.79	2
鉄鋼	酸化	200–600	T	0.80	1
鉄鋼	酸化	1227	T	0.89	4
鉄鋼	重度に錆びたシート	20	T	0.69	2
鉄鋼	重度に錆付き	17	SW	0.96	5
鉄鋼	錆びた状態、赤	20	T	0.69	1
鉄鋼	電気分解	22	T	0.05	4
鉄鋼	電気分解	100	T	0.05	4
鉄鋼	電気分解	260	T	0.07	4
鉄鋼	電解、入念に研磨	175–225	T	0.05–0.06	1
鉄鋼	高温巻き取り	20	T	0.77	1
鉄鋼	高温巻き取り	130	T	0.60	1
鉛	200°C で酸化	200	T	0.63	1
鉛	つやあり	250	T	0.08	1

Publ. No. T559160 Rev. a449 – JAPANESE (JA) – April 21, 2010

1	2	3	4	5	6
鉛	酸化、灰色	20	T	0.28	1
鉛	酸化、灰色	22	T	0.28	4
鉛	非酸化、研磨	100	T	0.05	4
鉛赤		100	T	0.93	4
鉛赤、粉末		100	T	0.93	1
銀	研磨	100	T	0.03	2
銀	純粋、研磨	200–600	T	0.02–0.03	1
銅	商用、光沢	20	T	0.07	1
銅	強度に酸化	20	T	0.78	2
銅	擦り傷	27	T	0.07	4
銅	暗黒色に酸化		T	0.88	1
銅	溶解	1100–1300	T	0.13–0.15	1
銅	研磨	50–100	T	0.02	1
銅	研磨	100	T	0.03	2
銅	研磨、商用	27	T	0.03	4
銅	研磨、機械用	22	T	0.015	4
銅	純粋、表面は入念に準備	22	T	0.008	4
銅	酸化	50	T	0.6–0.7	1
銅	酸化、黒	27	T	0.78	4
銅	電解、入念に研磨	80	T	0.018	1
銅	電解、研磨	–34	T	0.006	4
錫	光沢	20–50	T	0.04–0.06	1
錫	錫めっきしたシート状の鉄	100	T	0.07	2
雪: 水を参照					
青銅	多孔、ざらざらの状態	50–150	T	0.55	1
青銅	燐銅	70	LW	0.06	9

1	2	3	4	5	6
青銅	燐銅	70	SW	0.08	9
青銅	研磨	50	T	0.1	1
青銅	粉末		T	0.76–0.80	1

Publ. No. T559160 Rev. a449 – JAPANESE (JA) – April 21, 2010

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML—the *eXtensible Markup Language*. For more information about XML, please visit http://www.w3.org/XML/

List of effective files

20235120.xml a13
20235220.xml a7
20235320.xml a8
20236720.xml a16
20237120.xml a8
20238520.xml a6
20238720.xml a5
20250420.xml a14
20254903.xml a62
20257020.xml a22
20279820.xml a5
20287320.xml a6
20291720.xml a3
20291820.xml a3
20291920.xml a3
20292020.xml a3
20292120.xml a1
20292220.xml a2
20292320.xml a2
20292420.xml a4
20292520.xml a2
20294420.xml a2
20294720.xml a1
20294820.xml a1
R118.rcp a14
config.xml a5